



colloquium-journal

ISSN 2520-6990

Międzynarodowe czasopismo naukowe

Art
Medical sciences
Computer science
Technical sciences
Philological sciences
Pedagogical sciences

№8(273) 2026



colloquium-journal

ISSN 2520-6990

ISSN 2520-2480

Colloquium-journal №8 (273), 2026

Część 1

(Warszawa, Polska)

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak**
Ewa Kowalczyk

Rada naukowa

- **Dorota Dobija** - profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego
- **Jemielniak Dariusz** - profesor dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- **Mateusz Jabłoński** - politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- **Henryka Danuta Stryczewska** – profesor, dziekan wydziału elektrotechniki i informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Bulakh Iryna Valerievna** - profesor nadzwyczajny w katedrze projektowania środowiska architektonicznego, Kijowski narodowy Uniwersytet budownictwa i architektury.
- **Leontiev Rudolf Georgievich** - doktor nauk ekonomicznych, profesor wyższej komisji atestacyjnej, główny naukowiec federalnego centrum badawczego chabarowska, dalekowschodni oddział rosyjskiej akademii nauk
- **Serebrennikova Anna Valerievna** - doktor prawa, profesor wydziału prawa karnego i kryminologii uniwersytetu Moskiewskiego M.V. Lomonosova, Rosja
- **Skopa Vitaliy Aleksandrovich** - doktor nauk historycznych, kierownik katedry filozofii i kulturoznawstwa
- **Pogrebnaya Yana Vsevolodovna** - doktor filologii, profesor nadzwyczajny, stawropolski państwowy Instytut pedagogiczny
- **Fanil Timeryanowicz Kuzbekov** - kandydat nauk historycznych, doktor nauk filologicznych. profesor, wydział Dziennikarstwa, Bashgosuniversitet
- **Aliyev Zakir Hussein oglu** - doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of RAE academician RAPVHN and MAEP
- **Kanivets Alexander Vasilievich** - kandydat nauk technicznych, profesor nadzwyczajny Wydział Agroiżynierii i Transportu Drogowego, Państwowy Uniwersytet Rolniczy w Połtawie
- **Yavorska-Vitkovska Monika** - doktor edukacji, szkoła Kuyavsky-Pomorsk w bidgoszczu, dziekan nauk o filozofii i biologii; doktor edukacji, profesor
- **Chernyak Lev Pavlovich** - doktor nauk technicznych, profesor, katedra technologii chemicznej materiałów kompozytowych narodowy uniwersytet techniczny ukraiны „Politechnika w Kijowie”
- **Vorona-Slivinskaya Lyubov Grigoryevna** - doktor nauk ekonomicznych, profesor, St. Petersburg University of Management Technologia i ekonomia
- **Voskresenskaya Elena Vladimirovna** doktor prawa, kierownik Katedry Prawa Cywilnego i Ochrony Własności Intelektualnej w dziedzinie techniki, Politechnika im. Piotra Wielkiego w Sankt Petersburgu
- **Tengiz Magradze** - doktor filozofii w dziedzinie energetyki i elektrotechniki, Georgian Technical University, Tbilisi, Gruzja
- **Usta-Azizova Dilnoza Ahrarovna** - kandydat nauk pedagogicznych, profesor nadzwyczajny, Tashkent Pediatric Medical Institute, Uzbekistan
- **Oktay Salamov** - doktor filozofii w dziedzinie fizyki, honorowy doktor-profesor Międzynarodowej Akademii Ekoenergii, docent Wydziału Ekologii Azerbejdżańskiego Uniwersytetu Architektury i Budownictwa
- **Karakulov Fedor Andreevich** – researcher of the Department of Hydraulic Engineering and Hydraulics, federal state budgetary scientific institution "all-Russian research Institute of hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyakov", Russia.
- **Askaryants Wiera Pietrowna** - Adiunkt w Katedrze Farmakologii, Fizjologia. Taszkencki Pediatryczny Instytut Medyczny. miasto Tasz kent

    SlideShare



INDEX
INTERNATIONAL



COPERNICUS

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

«Colloquium-journal»

Wydawca «Interdruk» Poland, Warszawa

Annopol 4, 03-236

E-mail: info@colloquium-journal.org

<http://www.colloquium-journal.org/>

CONTENTS

ART

Gunel Seyidahmadli RESIDENTIAL HOUSES IN SHUSHA ARCHITECTURE HERITAGE	5
Gunel Seyidahmadli DZIEDZICTWO ARCHITEKTONICZNE DOMÓW MIESZKALNYCH W SZUSZY	5

COMPUTER SCIENCE

Niyar Umarova ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED CYBERSECURITY STRATEGIES IN ICT: CONTEMPORARY CHALLENGES AND APPLICATION PROSPECTS	14
--	----

MEDICAL SCIENCES

Bondarenko E.V., Kozar O.M. THE ROLE OF HPV SCREENING IN CERVICAL CANCER PREVENTION	21
---	----

Onyshchenko D.V., Kozar O.M. ENDOMETRIOS: NEW APPROACHES TO DIAGNOSIS AND THERAPY	24
---	----

Polahnyn A.D., Kozar O.M. THE EFFECT OF STRESS DURING THE WAR ON THE GYNECOLOGICAL HEALTH OF WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE	27
--	----

Ганизода Х.А., Азонов Д.А. АНТИДИАБЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЧЕТАННОГО ВВЕДЕНИЯ ФЕРАЗОНА И ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ПРИ СРЕПТОЗОТОЦИНОВОМ ДИАБЕТЕ	29
--	----

Ganizoda Kh.A., Azonov Dz.A. ANTIDIABETIC PROPERTIES OF COMBINED ADMINISTRATION OF FERAZON AND ESSENTIAL OILS IN ALLOXAN-INDUCED DIABETES	29
---	----

Азонов Д.А., Холзода А.К., Холназар Б.М., Азонов И.Д. СПАЗМОЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ГЕРАНИ РОЗОВОЙ (PELLARGONIUM ROSEUM W.) ...	34
---	----

Azonov J.A., Kholzoda A.K., Kholnazar B.M., Azonov I.Ja. ANTISPASMODIC PROPERTIES OF ROSE GERANIUM ESSENTIAL OIL (PELLARGONIUM ROSEUM W.)	34
---	----

Бабеня Г.О., Хромагіна Л.М. БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ЗАПАЛЕННЯ, АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ТА ОРАЛЬНОГО ДИСБІОЗУ У ПАЦІЄНТІВ ПОХИЛОГО ВІКУ ЗА УМОВ КОМПЛЕКСНОЇ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ТЕРАПІЇ	39
--	----

Babenia H.O., Khromahina L.O. BIOCHEMICAL MARKERS OF INFLAMMATION, ANTIOXIDANT DEFENSE, AND ORAL DYSBIOSIS IN ELDERLY PATIENTS UNDERGOING COMPLEX DENTAL THERAPY	39
--	----

Сащук У.Ю., Шкварчук В.В., Трофімова Ю. О., Телекі Я.М. КЛІНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛАКТАЗНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	46
---	----

Sashchuk U. Y., Shkvarchuk V. V., Trofimova Y. O., Teleki Y. M. CLINICAL FEATURES OF LACTASE DEFICIENCY (LITERATURE REVIEW)	46
---	----

Honcharuk L.M., Russu A.E., Lysynchuk I.V., Shevchenko S.O., Horkutsenko O. K. GLOMERULONEPHRITIS AFTER KIDNEY TRANSPLANTATION: MODERN ASPECTS OF THE MAIN FORMS OF GLOMERULONEPHRITIS	51
--	----

Тарнавська С.І., Шахова О.О., Жантоан К.Г. ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА АДРЕНОГЕНІТАЛЬНОГО СИНДРОМУ ТА ІНШИХ ПРИЧИН ГІПЕРАНДРОГЕНІЇ У ДІТЕЙ	54
Tarnavska S.I., Shakhova O.O., Zhantoan K.H. DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF ADRENOGENITAL SYNDROME AND OTHER CAUSES OF HYPERANDROGENISM IN CHILDREN	54
Laishuk R.P., Bakai L.-M.M. THE ROLE OF DIETARY SUPPLEMENTS IN THE TREATMENT OF HASHIMOTO'S THYROIDITIS (LITERATURE REVIEW)	56
Телекі Я.М, Наконечна А.О., Балецька С.В., Танасеску Д.Д. ПАТОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДИСПЕПСІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	58
Teleki Y.M., Nakonechna A.O., Baletska S.V., Tanasesku D.D. PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF FUNCTIONAL DYSPEPSIA (LITERATURE REVIEW)	58
Новакова К.Д., Баланюк І.В. ХАРЧОВІ ТОКСИКОІНФЕКЦІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУХПАЙКІВ: РИЗИКИ БОТУЛІЗМУ ТА СТАФІЛОКОКОВОГО ТОКСИКОЗУ ПРИ ПОРУШЕННІ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ КОНСЕРВОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	61
Novakova K.D., Balaniuk I.V. FOODBORNE TOXIC INFECTIONS ASSOCIATED WITH FIELD RATIONS: RISKS OF BOTULISM AND STAPHYLOCOCCAL INTOXICATION DUE TO IMPROPER STORAGE OF CANNED PRODUCTS	61
Педурару С.Г., Баланюк І.В. ЕПІДЕМІОЛОГІЯ МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНИХ ГОСПІТАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ: АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ «СУПЕРБАКТЕРІЙ» В ЕВАКУАЦІЙНИХ ЛАНЦЮГАХ	64
Peduraru S.H., Balaniuk I.V. EPIDEMIOLOGY OF MULTIDRUG-RESISTANT HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTIONS: ANALYSIS OF "SUPERBUG" SPREAD IN EVACUATION CHAINS	64
Педурару С.Г., Давиденко О.М. РОЛЬ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У ПОШИРЕННІ ТРАНСМІСИВНИХ ІНФЕКЦІЙ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	67
Peduraru S.H., Davydenko O.M. THE ROLE OF CLIMATE CHANGE IN THE SPREAD OF VECTOR-BORNE DISEASES (LITERATURE REVIEW)	67
Петренко Н.Р., Давиденко О.М. СИНЕРГІЯ БАКТЕРІОФАГІВ ТА АНТИБІОТИКІВ У ПОДОЛАННІ МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНОСТІ: АНАЛІЗ МОЛЕКУЛЯРНИХ МЕХАНІЗМІВ ТА КЛІНІЧНИХ ПЕРСПЕКТИВ	70
Petrenko N.R., Davydenko O.M. THE SYNERGY OF BACTERIOPHAGES AND ANTIBIOTICS IN COMBATING MULTIDRUG RESISTANCE: AN ANALYSIS OF MOLECULAR MECHANISMS AND CLINICAL PROSPECTS	70
Тарнавська С.І., Шахова О.О., Сікора А., Савчук В. ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КАРДІОМЕГАЛІЙ У ДІТЕЙ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ	72
Tarnavska S.I., Shakhova O.O., Sikora A., Savchuk V. DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CARDIOMEGALY IN CHILDREN: A REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE	72
Горбатюк І.Б., Танасеску Д.Д., Трофімова Ю.О., Наконечна А.О., Сащук У.Ю. КАШЛЮК У ДІТЕЙ ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА ПЕДІАТРИЧНОЇ ПРАКТИКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	75
Horbatiuk I.B., Tanasesku D.D., Trofimova Y.O., Nakonechna A.O., Sashchuk U. Yu. WHOOPING COUGH IN CHILDREN AS A PRESSING ISSUE IN PEDIATRIC PRACTICE (LITERATURE REVIEW)	75
Cheviuk N.D., Kozar O.M. INFERTILITY IN WOMEN: MODERN METHODS OF EXAMINATION AND TREATMENT	79

PEDAGOGICAL SCIENCES

G'ulomjonov Abubakir Zokir o'g'li, Madmusayev Jaxongir Muxtorali o'g'li PHILOSOPHICAL, LOGICAL AND SEMIOTIC INTERPRETATION OF THE CONCEPT OF SYMMETRY (OPPOSITION, SYMMETRY, INVARIANT AND VARIANT)	82
Yuldashov I.Sh. COMPETENCY FUNCTIONS OF WRESTLING COACHES IN THEIR PROFESSIONAL ACTIVITIES	85
Маммадова Г., Мустафазаде С., Исмаилова С., Алиева А.С. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ	87
Mammadova G., Mustafazadeh S., Ismayilova S. THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING	87

TECHNICAL SCIENCES

Khvalin D.I. THE PROBLEM OF RADIOACTIVE MATERIAL CHARACTERIZATION	90
---	----

PHILOLOGICAL SCIENCES

Mansura T.A., Aygun T.H. EXPLORING THE INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON WILLIAM FAULKNER'S WORKS IN THE CONTEXT OF THE GREAT DEPRESSION	95
Ismayilova G. N., Ahmadova V.Z. ARCHAISMS IN THE WORKS OF SHAKESPEARE: A PHILOLOGICAL STUDY	101
Hasanova T.. CROSS-LINGUISTIC REPRESENTATION OF PHRASEOLOGICAL UNITS IN AZERBAIJANI AND ENGLISH DICTIONARIES	103
Синиця В.Г., Перепада В.О. СОЦІАЛЬНІ ТРИВОЖНІ РОЗЛАДИ ТА ЇХНЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНА ПРЕЗЕНТАЦІЯ В ЛАТИНСЬКІЙ ТА АНГЛІЙСЬКІЙ ТЕРМІНОСИСТЕМАХ	105
Synytsia V.H., Perepada V.O. SOCIAL ANXIETY DISORDERS AND THEIR TERMINOLOGICAL PRESENTATION IN LATIN AND ENGLISH TERMINOLOGICAL SYSTEMS	105

ART

Gunel Seyidahmadli

Ph.D State Tourism Agency of the Republic of Azerbaijan

Baku, Azerbaijan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398004>

RESIDENTIAL HOUSES IN SHUSHA ARCHITECTURE HERITAGE

Gunel Seyidahmadli

Ph.D. Państwowa Agencja Turystyki Republiki Azerbejdżanu

Baku, Azerbejdżan

DZIEDZICTWO ARCHITEKTONICZNE DOMÓW MIESZKALNYCH W SZUSZY

Annotation.

Garabagh, with its capital first in Barda and then Shusha, has always been the cultural, political and economical centre of Azerbaijan. When Panah Ali Khan constructed the Shusha fortress in 1750, its eastern part-Old Shusha started to be built up too. Here Shusha had 17 quarters inhabited by Azerbaijanis. For convenience, they were divided into upper and lower ones. Inhabitants of these quarters used to call themselves proudly galali (living in fortress). The western part of the city, constructed later, was inhabited, basically, by Christians-Armenians, Russian and Georgians.

In Shusha and its surroundings, a considerable quantity of defensive constructions has preserved. These majestic stone monuments of history represent a huge value for researchers. Looking at them, one can understand, at what cost our ancestors always tried to keep their independence. Palaces, caravanserais, bath and apartment houses of Shusha, which have preserved up to the present, bear even more information on history and material culture of the city.

As it is seen, Shusha houses used to be constructed, basically, from stone, with gabled roofs. White and thick stone, which decorated entire Shusha, was extracted in the surroundings of the city and was dressed by local masons. Houses had mostly two or three floors with big windows and beautiful entrances. Most of the houses had also cellars for storage of products and a stable. Many-roomed houses of Garabagh princes, beys and Shusha traders (imaret, malikana), which were quite numerous in Shusha, had luxury and richness. Such houses had big halls for receptions of guests and family celebrations.

Adnotacja.

Karabach, którego stolicą była najpierw Barda, a następnie Szusza, od zawsze stanowił centrum kulturalne, polityczne i gospodarcze Azerbejdżanu. W 1750 roku, kiedy Panah Ali Chan wzniósł twierdzę w Szuszy, rozpoczęto również zabudowę jej wschodniej części – tzw. Starej Szuszy. Miasto obejmowało 17 dzielnic zamieszkałych przez Azerbejdżanów. Dla wygody podzielono je na górne i dolne. Mieszkańcy tych dzielnic z dumą nazywali siebie galali (mieszkańcy twierdzy). Zachodnia część miasta, zbudowana później, była zamieszkała głównie przez chrześcijan – Ormian, Rosjan i Gruzinów.

W Szuszy i jej okolicach zachowała się znaczna liczba budowli obronnych. Te majestatyczne kamienne zabytki historii stanowią ogromną wartość dla badaczy. Przyglądając się im, można zrozumieć, jakim kosztem nasi przodkowie starali się zachować swoją niezależność. Pałace, karawanseraje, łaźnie oraz domy mieszkalne Szuszy, które przetrwały do dziś, dostarczają jeszcze więcej informacji o historii i kulturze materialnej miasta.

Jak widać, domy w Szuszy budowano głównie z kamienia i przykrywano dachami dwuspadowymi. Biały, masywny kamień, który zdobił całe miasto, wydobywano w jego okolicach i obrabiano przez miejscowych rzemieślników. Domy miały najczęściej dwa lub trzy piętra, duże okna oraz ozdobne wejścia. Większość z nich posiadała również piwnice do przechowywania produktów oraz stajnie. Wielopokojowe rezydencje książąt karabaskich, bejów oraz kupców z Szuszy (imaret, malikana), licznie występujące w mieście, wyróżniały się luksusem i bogactwem. W takich domach znajdowały się przestronne sale przeznaczone do przyjmowania gości oraz organizowania uroczystości rodzinnych.

Key words: Shusha, Garabagh, apartment houses, architecture, heritage

Słowa kluczowe: Szusza, Karabach, domy mieszkalne, architektura, dziedzictwo

Introduction

Karabakh, the bearer of Azerbaijan's tangible and intangible heritage, and its center, Shusha, are the most important value for our culture. "The city of Shusha is one of the most important examples of the post-medieval cities of Azerbaijan. The founding of the city of Shusha coincides with the emergence of independent

khanates separated from the Afshar dynasty (F. Khalili, 2022). The history of Old Shusha (before the Soviet rule) can be divided into two main stages, before and after it joined the Russian Empire.

Panahali aga Javanshir, the founder of the Karabakh Khanate, of which capital was first in Barda, then in Shusha, a famous general and statesman, was

born in Karabakh in a well-known family of the Javanshir lineage, served under Nadir Shah Afshar, passed the school of battle strategy and tactics, and learned the basics of public administration here. Nadir Shah accepted him as one of his closest people and gave him the title of "bey". After the murder of Nadir Shah in 1747, independent khanates such as Ganja, Shirvan, Shaki, Guba, Baku and others were formed in Azerbaijan. In Karabakh, Panahali Bey established the Karabakh Khanate by persistently fighting local emirs and maliks who opposed the centralized power. "The Karabakh Baylarbeyliyi, which was founded in 1551, was divided into the Karabakh and Ganja khanates, and the power in the Karabakh khanate passed from the Gajars to the Javanshirs (the Ziyadoglu Qajars continue to rule in the Ganja khanate)" (Chingiz Gajar; 2014)

Panahali Khan turns Bayat Castle, which he built and completed in a short time, into the capital of the Khanate. Later, Panahali Khan built a new capital near present-day Aghdam in a place called Shahbulag and continued to expand the territory of the Karabakh Khanate at the expense of the lands of the neighboring Khanates. The increasingly influential Panahali Khan and Sheki, Ganja, Iravan, Tabriz, Garadag khans were looking for a way to become allies and maintain friendly relations. In order to be sure of the security of his family and treasure, Panahali Khan decided to build a third, this time completely impregnable fortress and move the capital there. It was founded in 1750 in a dense forest surrounded by steep cliffs. "The fortress was initially called "Panahabad" in honor of Panahali Khan, then "Shusha". Architects and builders from all over Azerbaijan were invited to build the walls of the fortress and the city. Residents of the surrounding villages were moved to the new capital. Khan's palaces, mosques, baths were being built. In particular, intensive constructions increased more during the period of Ibrahimkhalil Khan. The construction was led by the prime minister of the Khan, Molla Panah Vagif, who was familiar with construction works very well and performed this work with great love (Chingiz Gajar; 2014).

On May 14, 1805, Karabakh Khan Ibrahimkhalil signed a humiliating treaty with prince Sisianov in the place called Kurakchay, the results of which are still visible today for the people of Karabakh and Azerbaijan. "According to the Kurakchay Treaty, Ibrahimkhalil Khan recognized the authority of the Russian emperor, undertook to pay a tax of eight thousand chervons every year and became a part of Russia. Armenians brought from Iran and Turkey were being settled in Karabakh. As it is known, while the Russians were in the Caucasus, approximately 1.5 million Armenians from different countries of the world were moved to the territory of the former Iravan Khanate alone, and as many Azerbaijanis were forcibly removed from there (Chingiz Gajar; 2014). Thus, with the Kurakchay agreement, the process of rapid Armenianization in Karabakh was started.

The fighting for Karabakh continued without interruption until 1813, when a peace treaty was signed between Iran and Russia in the village of Gulustan. According to this agreement, the Karabakh Khanate, of

which capital is Shusha, fell under the rule of the Russian Empire.

In the order of the commander-in-chief of the Russian troops in the Caucasus, A. Yennolov it was mentioned that, "According to the description of the Karabakh province, in 1823, about 16,000 Azerbaijani and 5,000 Armenian families lived in Karabakh. At the same time, there were 450 Azerbaijani and 150 Armenian villages in Karabakh. There were 5033 Azerbaijani nobles, while there were only 1987 Armenian nobles. Mostly poor Armenians were moved to Karabakh.

Considering that Azerbaijani families are always larger, it turns out that only a quarter of the population in Karabakh and Shusha are Armenians. This is after many Azerbaijani tribes were removed from Karabakh by Nadir Shah Afshar and exiled to Iran.

The social composition of the population of old Shusha was the same as in ordinary Azerbaijani cities. Representatives of the Khan dynasty, gentlemen, clergy, officials, craftsmen, merchants, medical workers (doctors, midwives, chiropractors) and pharmacists of the old, medieval and new formations, teachers of the old and new generation, cultural figures lived in the city.

"According to Russian sources, in terms of the census in Shusha in 1830, the number of artisans increased 10 times, and the number of merchants increased 7.5 times. During that period, the number of bey families (nobles) increased by 40 times. This can be explained by the fact that the landowners in the lower regions of Karabakh had properties in Shusha, where their families lived and which they visited in the summer" (Chingiz Gajar; 2014).

The tradition of Shusha architecture as a unique style in the architectural history of Azerbaijan

"Shusha is a museum-city. It is enough to show just one of the ideas about its architectural monuments - the idea of calling it "Little Paris". The streets, residential houses, caravansaries, mosques, mausoleums and palaces of Shusha have been described by many travelers (Chingiz Gajar; 2014).

Elturan Avalov, the leading expert on architecture of Shusha, divides the construction of the city into three stages. The first stage is the period of laying the foundation of Shusha, building the fortress walls and castles, starting the construction of the lower area of the eastern part and forming the lower quarters. The construction of the upper part of the eastern part of the city and the formation of the upper quarters during Ibrahimkhalil Khan's administration is the second stage (1763-1806). And finally, after the arrival of the Russians in 1805, the third stage resulted in the construction of the upper western part of the city and its intensive development.

In the first stage of the construction of Shusha, Panahali Khan moved the inhabitants of the former capital Shahbulag and surrounding villages to Shusha. The security of the fortress, beautiful natural conditions, and the location of the city at the intersection of major trade routes attracted artisans and merchants from all over Azerbaijan.

Plots of land were distributed to newcomers, and according to Karabakh historian Muhammedali bey Baharli, settlement in Shusha began from the Chukhur quarter located in the lower part of the eastern part of the city. In the initial stages, the construction was carried out in a disorganized manner, without any plan. At that time, black roofs, which were widespread in the lower part of Karabakh and in Ganja were built here. They were cramped and uncomfortable. According to some plan, palaces, mosques and caravansary were built among these houses. After the first people moved to the new place got used to it, the black roofs were replaced by residential houses with their own architecture characteristic of Shusha. There were enough materials and craftsmen for their construction. The massive construction of Shusha began during the reign of Panahali Khan's son Ibrahimkhalil Khan.

Already at the beginning of the 19th century, in Shusha, "the houses were almost all built of stone, most of them were covered with thin, narrow boards, and a kind of planning structure of the city is defined. One of the first fundamental buildings of Shusha, adjacent to the fortress walls and towers, was the palace of Panahali Khan. Its construction began with the laying of the foundation of the castle walls on top of the rock in the region that was later named "Chukhur". Its facade, decorated with an arched alagap, faced Topkhana. To the right of it were stables and farm buildings. Later, Panahali Khan built palaces for his sons with the same materials and in the same style next to his own palace (Chingiz Gajar; 2014).

Despite the outward irregularity of Shusha's initial buildings, it was later divided into distinct neighborhoods like other Azerbaijani cities. Representatives of certain compatriot societies or related professions and one generation settled in these neighborhoods, which differed in size and terrain. In the old (eastern) part of Shusha, as written by Karabakh historian M.Baharly, seventeen neighborhoods were formed. Nine of them were lower neighborhoods, which were Gurdlar, Seyidli, Chukhur (more ancient), Dordlargurdu, Haji Yusifli, Dordchinar, Cholgala, Juhudlar, and eight were upper neighborhoods that can be identified as Merdinli, Saatli, Kocherli, Mamayi, Khojamirjanli, Damirchi, Hamamgabaghi, and Taza. The foundations of urban planning principles of the future city were laid in the old part of Shusha. After the occupation of Shusha by the Russians, the western part of the city, where Christians lived, began to be intensively populated with Russians, Georgians, and especially Armenians.

Streets of Shusha

The famous Russian artist V. Vereshagin, who visited Shusha in 1865, writes about the streets of the city in his travel notes: *It is the capital of the Karabakh Khanate, it is a very well-fortified place. It is protected on two sides by bare rocks and on the other two sides by buildings, walls and towers.*

The city of Shusha is completely different from other cities of Transcaucasia where I have been. Irvan, Nakhchivan and Yelizavetpol, which I visited only shortly, have characteristic features of the East. The houses in these towns are few and low, mostly built

of soil and brick, and are distinguished by their rare windows and low timbers, lost among the greenery of the surrounding gardens. The streets are narrow, littered, crooked, paved with stone or hardly any at all. Shusha is in stark contrast to these cities. The houses of this city are straight, beautiful, high, lit by many windows. It was built from the stones of the steep rocks on which Shusha is located. Big cobblestones are everywhere on the streets. The roofs of the houses are made of thin wood - European style"

At the intersection of the streets, the walls of the fences or houses were built from cut and hewn stones for the convenience of pedestrians and traffic. The streets were very winding, steep, up and down, concave and convex, very winding. As the study of medieval cities surrounded by castle walls shows, such planning of streets that often change their direction and a lot of cul-de-sacs was justified during the defense of the city from the enemy crossing the castle walls.

The pavements of the shopping streets, like most of the other streets of Shusha, were covered with large, rectangular stones and paved with river stones. The outlying streets were in stark contrast to the central streets.

A cobbled arch sewer was laid under the main streets. Shusha is one of the few cities of Azerbaijan with a sewage system. The streets of Shusha were lit by lanterns, and by the end of the 19th century, there were 30 such street lamps in the city.

In the middle of the 19th century, there were 1856 houses, 476 shops, 11 streets, 4 caravansaries, 2 markets, 7 baths, 979 wells, 6 squares, 4 stone and two cobble bridges, 9 mosques and 4 churches in Shusha. Within half a century, the population of Shusha increased dramatically. "Caucaszkij Calendar" (Caucasian Calendar) wrote at the beginning of the 20th century that there were 2,983 houses in Shusha. 2,742 of them were built of stone, 1,191 were covered with iron, 139 with tiles, and 363 with soil. There were 17 mosques, 5 churches, 52 streets, 116 alleys, a city park, 3 hotels, 36 snack bars, 879 craft workshops, and nearly 2,000 merchant shops.

As can be seen from the above-mentioned information, the houses in Shusha were mostly built of stone and covered with inflatable roofs. The white, solid stone that adorns Shusha was quarried on the outskirts of the city and carved by local carpenters. Most of the houses were two or three stories with large windows and very large street doors. Most of them had cellars and barns to store food. There were quite a lot of houses of Karabakh princes, beys and Shusha merchants in the city. The multi-room mansions were distinguished by their splendor and wealth. Such houses had large halls for receiving guests and holding family parties. The walls were decorated with flower ornaments or battle and hunting scenes by skilled craftsmen, as is customary in Azerbaijan. Under the ceiling, alcoves were built around the perimeter of the rooms to store beautiful dishes. There were large niches in the walls where blankets, chests, and carpets were stored. Small shelves were used to store books, a Koran case, pens and writing materials. Large niches were covered with beautiful curtains decorated with patterns, ornaments, or beads. The upper part of the curtains was decorated with a

fringe and a strip of the same material as the decorations on the fabric of the curtain.

Due to the harsh winter season and heavy rainfall in Shusha, the angle of the roofs of the houses was very sharp so that the snow falling on the roof would not weigh down too much. Houses were built according to the approved master plan of the city. The courtyards did not face the street, they were necessarily located behind the house, and from the streets, elegantly built houses could be seen, rather than the courtyards. The windows and doors of all the houses in Shusha faced the street directly. Local marble stones were laid on the streets, and sidewalks were made of large cobblestones for pedestrians. Thus, carriages could move comfortably.

Mansions in the architecture of Shusha and their layout

After the foundation of Shusha was laid as the capital of the fortress city and khanate, as well as a cultural center, architects, nobles, intellectuals, artists, scientists, musicians, teachers and other artists were invited here. As a result of their efforts and love, the intelligentsia gathered here created a new Azerbaijani city, a different society, in an area located in a difficult terrain, which could be compared with European cities. A sufficient number of schools and madrasahs were opened and the city developed a lot in a short period of time. Thus, a large army of intellectuals was formed in Shusha. Young people from Shusha went to Europe to study and ensured the recognition of Azerbaijan there. For this reason, along with national values, European style and values prevailed in the city, from clothing to cuisine. These names did not ignore the architecture of the city.

"As we know, 17 neighborhoods have been built in the city. Each neighborhood had its own square, mosque, spring and hammam. The houses in the city were two and three-story, large-sized, with many large windows and balconies, and were built of local marble. The windows were made in grid style, the distance between the floors was decorated with stone ornaments, and the roof of the house was covered with tiles. Each house had a stone inscription with information on it. This epitaph necessarily contained the Qur'anic verse and, in many cases, the date of construction of the house, the name of the architect and the owner" (Chingiz Gajar; 2014). The houses of old Shusha were mostly of mansion type. All of them had orchards and were surrounded by stone fences. Houses form a kind of street-corridor, their whole walls often faced the street.

German traveler Baron Von Gatschausen wrote about the artistic layout of Shusha residential houses in Shusha in 1843 in the house of Major-General Jafargulu Khan Javanshir, the grandson of the Khan of Karabakh Ibrahimkhalil Khan: "...My companion, Mr. Aderkas, was introduced to him (Jafargulu Khan) in Shusha and was invited to tea by him. He saw here a strange mixture of Eastern and European customs and ways of life. The appearance of the house was no different from the houses of rich Tatars (Azerbaijani) in Shusha. But inside, there was a hall arranged accord-

ing to European comfort, mirrors on the walls, chandeliers on the ceiling, furniture made of expensive red wood in front of the walls, sofas, armchairs, tables, chairs... The walls were wallpapered, decorated with paintings, all the things were European neatness and luxury. The servants were dressed in Tatar clothes and Circassian chokha."

Wall paintings

From ancient times in Azerbaijan, it was accepted to decorate the palaces, residences, hammams, coffee houses and teahouses of partially rich people in Azerbaijan with battle and hunting scenes, flower bouquets with birds perched on them, as well as with geometric patterns. Several palaces in Azerbaijan were famous for their rich wall patterns. The palaces in Tabriz, Shaki, Yerevan, and Baku stand out among them. In the north of Azerbaijan, only the khan's palace in Shaki has survived to this day, and the palace in Yerevan was burned by Armenians at the beginning of the 20th century. Descriptions of the remaining palaces were recorded in the travel notes of travelers, scholars and merchants.

Each Azerbaijani's house had relatively large living rooms, which were always given special attention to their layout. In the design of living rooms in Shusha in the 19th century, in addition to wall patterns, as a rule, stained-glass windows occupying one of the walls - grids, decoratively worked steamers, niches, or wall cabinets with artistically decorated curtains of various kinds, collected for collection, or porcelain included shelves lined with dishes. In addition, the rooms were enlivened colorful Karabakh carpets spread over the entire floor. In Shusha, the production of carpet sets with one main point and four elongated parts around it was widespread.

Shusha was a rich and highly cultured city, and of course there was a secret competition between the owners of mansions - residential houses in the design of interiors. The middle and lower classes, brought up by the high artistic traditions of the society, tried not to be left behind and often painted and colored the walls of the living rooms themselves, or invited masters who agreed to do this work for a relatively low price.

The famous Russian artist V. Vereshagin, who came to Shusha in 1865, later wrote that ornamental compositions, battle scenes and portraits of heroes were painted on the walls and ceilings of the houses of wealthy Shusha residents. He wrote that the wall patterns are distinguished by their rich fantasy, thought out and executed with great taste.

The names of many of the masters who worked on wall paintings in Shusha have survived until our time: Usta Qanbar Karabaghi, his brother Usta Safar, Usta Ganbar's sons Usta Shukur and Usta Javanshir, Usta Abbasgulu, his son Usta Hasan and Usta Karim were among these masters. Some of them participated in the restoration of Shaki Khan's palace built in 1797 in 1902.

In the paintings of the famous Russian artist V. Vereshagin, living rooms of middle-class residents (names not mentioned) are shown. These paintings of the artist are very important for the interior design of

Shusha architecture. The artist made a valuable contribution to the history of the city during his short stay in Shusha. Due to the lack of other research documents and researchers in this field, examples of easel painting in Shusha, Baku, Ordubad, Ganja and other cities were not registered and thus, their details could not be preserved to our time. Fortunately, in 1954, N. Miklashevskaya studied the wall patterns of a number of monuments of Azerbaijan in the 18th-19th centuries, including the four houses of Shusha. Unfortunately, the study was conducted almost 30 years after almost all Shusha mansions and palaces were converted into hospitals, kindergartens, and rest homes, and very little of those beautiful wall patterns remained. Even the black-and-white drawings of Nataliya Miklashevskaya, to whom we are extremely grateful, testify to the high culture of the monumental painting of Shusha artists and the fine taste of the owners of the studied houses (Chingiz Gajar; 2014).

N. Miklashevskaya studied the wall patterns of the houses of the Mehmandarovs, Haji Mammadov, Iskander bay Rustambayev and Safibeyov, only four mansions of Shusha and provided rare information. According to the researcher, the first three houses were built by Usta Ganbar Karabaghi. The paintings in Safibayov's house were painted by an unknown master, whose style is markedly different from the known works. The researcher assumes that this is Master Safar, brother of Master Ganbar. At the same time, N. Miklashevskaya confirms that the wall patterns on the first floor of the Shaki Khan palace and such compositions are repeated by the artist Usta Ganbar Karabaghi in the small room of the Mehmandarovs' house in Shusha.

The researcher wrote that in Azerbaijan, especially in the houses of Shusha, the surface of the walls was divided into certain elements: bulging panels, panel and wall recess.

The more common motifs of wall patterns are plot compositions that include plant plots, depictions of animals and birds, as well as battle scenes, hunting scenes, and scenes from classical literary works. "The coloring of the wall patterns is distinguished by the richness and brightness of their colors, and the harmony of their combination. However, this brightness and the extreme variety of ornamental plots do not create monotony and tastelessness". N. Miklashevskaya studied a small room and a large living room in the Mehmandarovs' house. It is believed that the wall patterns of this house are among the early works of Master Ganbar (80s of the 19th century). Although the paintings in the small room are in bad condition, only the ceiling and the steamer remained in the hall. Some plots of the wall patterns of the first floor of the Shaki Khan palace are simply repeated here. This allows showing all parts of the wall patterns similar to the Shaki patterns of the Mehmandarovs' house. The researcher believes that the wall patterns of the panel in the Mehmandarovs' house are more delicate compared to the wall patterns of the hall on the first floor of Shaki Khan's palace due to the neatness of their work and the subtlety of their colors. Both in the small room and in the hall, there are bulging-shaped vapors covered with dense carvings characteristic of Shusha.

N. Miklashevskaya, who studied the wall patterns of the Mehmandarovs' house, compares the grid covering the entire facade wall of the hall to the grid in Shaki Khan's palace: "*The grid forms a beautiful pattern of stars and frames with its fine, elegant structure in harmony with small colored glass and completes the unique beauty of the room*" (Chingiz Gajar; 2014).

The wall patterns of the houses of Haji Mammadov and Iskandar Bey Rustambayev, which are close to each other, also belong to Usta Ganbar. Iskander Bey worked on Rustambayev's house at the very beginning of the 20th century, shortly before his death. Haji Mammadov's house was built a long time ago, and of course the patterns have not survived very well. In both walls of Iskander Bey Rustambayev's house, which are covered with beam, there are steamers, and wall cabinets are placed next to them. In Haji Mammadov's house, the steam room is in a wall with no cupboards and only beams. The chimneys in both houses are similar to the chimneys in the Mehmandarovs' house.

The wall patterns of Safiyev's house were made by an unknown master. It differs from the wall patterns of the Shaki Khan palace and the houses described above in terms of execution methods. There, the simple paintings depicting four angels standing opposite each other on their knees, most likely indicate the taste of the owner, not the artist. Such scenes were in vogue in coffeehouses, hammams, and the houses of the lower classes of the society.

The absence of battle and hunting scenes in the houses described above, where Usta Ganbar worked, convinces Nataliya Miklashevskaya that even though there was his signature in Shaki Khan's palace, the battle and hunting scenes were not painted by Usta Ganbar, but by his brother Usta Safar. In our opinion, the absence of scenes from the past in the later wall patterns can be explained by the negative attitude of the tsarist administration to the advertisement of the heroic passerby of the peoples in the occupied territories. According to contemporaries, the baths in old Shusha were decorated very brightly and with great imagination, as well as in a banal way. A large part of the wall patterns fell on the facade of the building and the dressing area. Most of the baths were decorated from the inside and outside with scenes of battles, hunting, wrestling of wrestlers, as well as paintings of works by Nizami, Ferdowsi, and other classics of Azerbaijani and Persian literature.

Shebeke in Shusha

The big houses of this city differ from the houses of other Caucasian cities with their renovation and shebeke (network) of stained-glass windows. The paintings of the Russian artist V. Vereshagin are a great proof of this. As can be seen from his works, the carved windows of the Shebeke replaced the entire wall of the room from ceiling to floor, or part of it, depending on the layout of the building. Such windows created a joyful palace mood with matching bright carpets on the floor and wall patterns decorated with multi-colored ornaments. Craftsmanship was well developed in Shusha, and there was no problem finding craftsmen and wood for traditional Shebeke production. Window frames and grids were assembled from standard boards without

nails. One square meter of the window net consisted of 3-5 thousand such boards glued together. The colored glasses formed a 10-12-rayed star in the Shebeke. The selected drawing was repeated symmetrically. The windows went up and down. The structure of the Shebeke was the same as in Shaki. The general appearance of the paintings of the Shebeke art of Shusha is much more elegant and complex than that of the art of Shebeke in Shaki.

There were the remainings of Shebeke art in the houses of Mehmandarovs, Haji Mammadov, Isgandar bey Rustambayov, Zohrabbayovs and others in Shusha.

Chimneys (bukhari) in the houses of Shusha

Houses of the people of Shusha were heated with Bukharis, mangals (usually with very beautiful decorative arrangement), and in poor families, in old times, with ovens. Almost all houses had a Bukhari in at least one room. Bukhari was an indicator of the owner's prosperity and financial status in the houses Shusha and Shaki. There was a secret competition between Shusha nobles for the beauty, size and efficiency of their Bukharis.

Unfortunately, only black and white drawings of these Bukharis have survived to our time. Due to their quality and clarity, the best are the paintings of the Bukhari painted by V. Vereshagin. Unfortunately, he did not mention the names of the owners of the most interesting houses with bukharis.

In her article (1954) related to the wall ornaments of Azerbaijan, N. Miklashevskaya provides interesting information. About the bukhari in the house of the Mehmandarovs, she writes: "Its construction is characteristic for the bukharis of Shusha. Bukhari is built a little bit forward from the line of the wall and it has a four-square shape with a chimney formed extension with the height of a meter and a half. There is small decorative square located above it. Above this square, it is completed with wall paintings of steaming flowers directly on the wall. The firework on the steamer's mirror is framed by a complex ashlar arch. Bukhara is not so richly decorated. The simple geometric plant ornament adorning its well-profiled stripes is a highlight. The wall colors of stylized flowers on a blue background are repeated in the tympanums of the bulging shape of the fireplace, as in the tympanums of the panel of the adjacent room. There is very little bronze color in Bukhari's murals. As already mentioned, the frescoes of the ceiling are well preserved. This cannot be said about Bukhari's wall paintings" (Miklashevskaya; 1952).

The walls of the hall in the house of Iskandar Bey Rustambayev have two identical bukhari, and in the house of Haji Mammadov, there is one. All three bukharis are of the same type: "The bukhari is located in the center of both walls of the hall of Rustambayev's house, which are covered with shalbanbasi, and its wall cabinets are located on the sides."

In Mammadov's house, there is only one chimney in the center of a wall covered with shalbanbasi (to the right of the entrance door). The bukharis of these houses are similar in composition to the bukharis of the hall of the Mehmandarovs' house.

N. Miklashevskaya describes the wall patterns of the bukhari located in the house of Haji Mammadov, where the artist Usta Ganbar worked: "The basic plot of the bukhari's patterns is a pheasant composition surrounded by roses. According to the size, shape and color of the pheasant, it is the same as the other wall patterns of Usta Ganbar.

Mansions

Since the number of wealthy people in Shusha was large, houses were built more luxuriously than others. All of these factors made Shusha a very beautiful city.

The architectural style of a number of houses has been relevant at all times. For example, the entrance door of Jahangir Khan's house (the building where the Shusha District Police Department is located) has a block system. After entering through the gabled front door from the street, one can go up the stairs and enter the rooms. The windows of the house are very close to the floor, they are placed higher than 20 cm from the floor. There is a large gate in the building itself for the entrance of the carriage to the yard. In such houses, even in the 19th century, there was a bathroom in the second and third stages. In order to drain the dirty water, siphon-shaped channels were made in the raft marble stones, which prevented the unpleasant smell from coming from the pipe.

The same words can be said about the palace complexes of Haji Gulu, Khan's daughter Natavan, Bahman Mirza Gajar, Asad Bey, Mehmandarovs and others, as well as the mansions of Haji Dadash, Zohrabbayov and many other houses.

The Mansion of the Mehmandarovs

One of the historical properties located in the city of Shusha is the house of the Mehmandarovs, which is an example of 18th century architecture. The representatives of the Mehmandarov family performed military and political duties in the administration system of the Karabakh Khanate, as well as the whole Azerbaijan. This family is also known for its officials, generals, professors, doctors and many intellectuals. There were officials who performed many duties in the management system of the Azerbaijani khanates. One of those positions was called "Mehmandar". This word is of Persian origin and means "hospitable", "guest loving". The main task of the Mehmandar was to welcome, accommodate, organize food and drinks for official guests, organize their rest at the appropriate level and provide other services. During the rule of Karabakh Khal Ibrahimkhalil Khan Javanshir and his son Mehdigulu Khan, this position was performed by a person named Ali. The name of the Mehmandarov dynasty begins with that person.

The descendants of the Mehmandarovs have been forever written in the history of Azerbaijan not only with dozens of historical figures from this family, but also with the masterpieces of Shusha architecture, the architectural face of the city, the "Building of the Mehmandarovs". The mansion complex of the Mehmandarovs, which is considered a historical-architectural monument of the 18th century, was built by the representatives of the Mehmandarov generation, who

performed many civil and military duties in the administrative system of the Azerbaijani khanates, including the Karabakh khanate. The mansion complex of the Mehmandarovs, located in the Taza quarter of Shusha, includes two large residential houses (one of which has not survived), a small residential house and a mosque. Later, a spring was built on the road leading to the mosque.

When Mirza Ali Bey resigned from his position due to his age, for his special and invaluable services in the development and strengthening of the Karabakh Khanate, Mehdigulu Khan Javanshir, along with many awards, gave him an additional plot of land thirty-five long and thirty arshins wide in a prominent located in well-kept corner of the "Taza quarter". And Mirza Ali Bey decided to build a house for his children in this beautiful place. He wanted to build here an original and beautiful palace with a special architectural appearance, which would stand out from other buildings in the city with its splendor, wealth, in short, external beauty, be worthy of the name of his ancestors, and represent the glory of his honorable generation for years and generations. For this purpose, he invited the famous architect of his time, Karbalai Safikhan Karabakhi, who was the author of several magnificent buildings not only in Karabakh, but also in Transcaucasia and across the Caspian Sea. The master craftsman worked very hard on the project of the building, put a lot of effort into it, and presented it to Mirza Ali. The customer, who understood the construction works well, agreed to start the project, valuing the architect's work.

The construction of the building erected under the personal leadership of Karbalai Safikhan Karabakhi was completed on time. The talented and tasteful professional architect gave the owner a two-story, beautiful, indestructible palace-style private residence made of hewn local stones. With its horse stable, cellar for storing food, kitchen, large hall for family parties and guests, large courtyard, chimney and garden, this mansion was not inferior to the palaces of princes and nobles. Later, auxiliary and farm buildings were added to the building, and it became a fundamental, large residential complex distinguished by its excellence. Thus, a work of art was created in Shusha, which is one of the masterpieces of Karabakh architecture and defines the architectural face of the city. Its name as the "Mansion of the Mehmandarovs" is written to the national history of architecture.

The wall paintings in the interior of the house were made by the master Ganbar Karabagi. Ganbar Rahim Oghlu Karabagi is known in the Middle East as an architect and sculptor. He is the author of various decorative panels and compositions that decorate the interiors of a number of residential houses in Shusha and Shaki.

In the early years of the 20th century, the road leading to the building was called "Mehmandarovs Street". The residential complex of the Mehmandarovs had completely different functions during the years of Soviet rule (since 1930), the district hospital and many other state offices operated here. After its restoration in the eighties of the last century, it became a real treasure of science, culture and art, and this time it opened its

doors to its guests as a carpet museum and began to serve the spiritual world of our people (Guliyev; 2019).

According to the information of the Ministry of Culture regarding the mansion complex of the Mehmandarovs: The mansion complex of the Mehmandarovs was first passported by the Ministry of Culture of the Azerbaijan SSR in 1977-78. The Mehmandarovs' large residential building functioned as the Shusha City Hospital during the Soviet era. On May 19, 1987, the Shusha branch of the State Museum of Azerbaijan Carpet and Folk Applied Art (currently the Azerbaijan National Carpet Museum) started operating in the residential complex that once belonged to the Mehmandarov family. Since the city of Shusha was occupied by the Armenian armed forces in 1992, the exhibits that could be transported in the branch were evacuated and brought to Baku. During the war, the mansion complex of the Mehmandarovs was seriously damaged and destroyed. Most of the buildings on the property were demolished. During the Armenian occupation, the Mehmandarovs' small residential building functioned as the Shusha History Museum.

The mosque on the territory of the complex was appropriated by the Armenians and turned into a Geology Museum. Huge reconstruction works carried out by the Azerbaijani state in our territories liberated from occupation, including the restoration and construction process carried out in Shusha, are executed in accordance with the original architectural style of Shusha. The historical buildings of the city are being restored as part of the works. Currently, the Mehmandarovs' mansion complex is undergoing renovation and restoration. It can be said without hesitation that Mehmandarov's mansion is one of the symbols of Shusha. As you can see, the mansion is not only a residential house, but a complex with a certain history.

One of the most beautiful palaces in Shusha is the palace built by the Karabakh merchant Haji Gulu. Built in 1851, the three-story palace consisted of 46 rooms and 2 large guest halls. The architectural monument was built taking into account national values and the most beautiful traditions of Azerbaijani architecture.

One of the most beautiful estates of the 19th century is the **Bahman Mirza Govanli Qajar** palace complex. This house located in Kocharli neighborhood and other buildings belonging to the complex were in the inventory of the Shusha Rest House until the occupation. Additional buildings were added to this house in the 60s and 70s of the last century. After the occupation, most of the houses were destroyed, and some were completely demolished. The mosque and the fountain of the mosque, located in the Kocharli quarter, were built with the order of Bahman Mirza Qajar and entered the territory of the palace complex.

It should be noted that Field Marshal Bahman Mirza Gajar, the son of Abbas Mirza Gajar Govanli and Assiyeh Khanum, the heir of Azerbaijan and the prince of Iran, was forced to flee to the Caucasus in 1848 as a result of palace quarrels. Bahman Mirza settled in Shusha, moved his harem, children and close people here.

Ker Porter describes the rooms of the palace in Tabriz that belonged to Bahman Mirza's father Abbas

Mirza (the wall paintings of the palace probably belong to the famous Azerbaijani artist Allahverdi Afshar) as follows: "The various shelves on the walls are filled with paintings of old shahs. These paintings are dedicated to their hunting skills, as well as Abbas Mirza's own dangerous hunting episodes. In Iran, the subjects of such entertainment were depicted as fierce as wild animals, just like the objects of hunting. Portraits of beautiful women also found their place in the halls of the palace of this polite prince. The artists of the country use a lot of gold, silver and bright, metallic colors to emphasize the luxury and grandeur of the portraits of the rulers. The portrait itself is a magnificent decoration of the palace walls. In 1739, when Nadir Shah Afshar marched to India, he seized too many jewels from the rich treasury of the Great Mughals. Among them was the famous Peacock Throne, which was set with extremely precious stones on a heavy gold base. These jewels can also be seen in the "Gajar style" portraits painted later, especially in the portraits of Fatali Shah, on his arms, crown, weapon and belt decorated with many emeralds and diamonds.

The house of the palace complex of the famous Azerbaijani poetess **Khurshid Banu Natavan**, daughter of Khan, is considered one of the pearls of Shusha architecture of the 19th century. In the past, a plaque was placed on the building, at the entrance of the house. After the occupation, the inscription on the stone tablet was erased and destroyed by the Armenian invaders in order to fake the history. On the plaque it was written: "Khurshudbanu Natavan, a prominent representative of the 19th century Azerbaijani literature, a smart and cultured daughter of her age, was born in this house and lived and created here (1830-1897). The other house, which is part of the Khan Gizi Palace complex, dates back to the 18th century.

The most eye-catching properties of Shusha's architecture of the 18th century include Husuu Hajiyev's Haji's property located in the Yusifli quarter, Asad Bay's palace complex house, Mashadi Tagi and Yusif Vazir Chamanzaminli's house located on Mir Hasan Vazirov Street, Khan Shushinsky's house located in the Chol Gala quarter, and the houses of the famous Azerbaijani opera singer Bulbul. Most of the houses located in the Haji Yusifli neighborhood were built in the 18th century.

The mansions built in the 19th century, distinguished by their size and rich design such as the mansion of the Zohrabbayovs located in the Gurdar neighborhood, the mansion of Aslan Garasharov located in the Mamayi neighborhood, Khan Evi (the Khan's house) located in the Kocharli neighborhood, the house of Haji Bashir located in the Mardinli neighborhood (Zulfugar Hajibayov also lived in this house), and the house of Haji Muhammad, Jahangir Khan's house, Haji Alibaba's house (technical vocational school building) located on Ahmed bey Agha oglu street, Hamamgabagi neighborhood, Haji Dadash's house located in Taza neighborhood, Ugurlubayov's mansion located on Karbalayi Safikhan Karabagi street, the house of house Sadigjan, the famous tarzan (tar master) of Azerbaijan, the author of modern Azerbaijani tar, located in Ko-

charli neighborhood, the house of Jafargulu Agha Javanshir and Firudin Bey Kocharli, the house of Jahangir Khan Nuribeyov (the building of the Shusha District Police Department) located on Sadigjan Street and other mansions are examples of high architectural and tasteful design of residential houses in Shusha.

Another famous residence of the 19th century is the house of the Azerbaijani composer Uzeyir Hajibeyov, which later served as a museum. On the entrance of the house, information was written about the birth and living of Uzeyir Hajibeyli and his brother Zulfugar Hajibeyli in this house. The plaque, which was destroyed during the occupation, could not be found. Most of the houses located in Mamayi district were built in the 19th century.

Unfortunately, after the occupation of the city of Shusha, the Armenian aggressors literally razed Shusha, the land of miracles, to the ground without ignoring the demands of international organizations about the inadmissibility of destruction of historical monuments in the occupied territories, with the aim of destroying the evidence confirming that the city was historical part of Azerbaijan.

On September 27, 2020, a great war of honor began in response to the next provocations of Armenian terrorists who were not satisfied with keeping the lands under occupation. The lands occupied by Armenina starting from the beginning of 1988, resorting to all dirty deeds, for 6 years until 1944, were released within 44 days.

In 2022, President Ilham Aliyev declared this year "the year of Shusha" to celebrate the 270th anniversary of the city of Shusha (the city of Shusha was founded in 1752 by Panahali Khan). This event led to the acceleration of works aimed at the restoration of Shusha's architectural monument, as well as the revival of its cultural life and infrastructure.

Conclusion

Some researches believe that, the main purpose of the construction of the five-story buildings built in Shusha during the Soviet era was not to accommodate people, but to demolish historical properties and to lose traces of Azerbaijan in Shusha. As at that time, this policy manifested itself in different forms in all parts of Azerbaijan. Historical-architectural monuments of Shusha city have a unique and irreplaceable place in the history of Azerbaijan. Although it is said that the houses of Shusha are not different from the houses of other regions of Azerbaijan, we think that in Shusha, mainly two-story properties built from local rock stones are quite different. It is possible to differentiate them from residential houses in other regions with their unique construction style and architectural elements. The solution of the entrance portal, which is made of wooden lattice window, glazed balcony, columns, railings and carved stone elements can be the example of this. Unfortunately, most of these buildings have not survived to our time.

Literature

1. Ismayilov I. Our Castle. "Zardabi Nashr" LLC. Baku-2022. Page 208.

2. Ismayilov I. Shusha-The Pearl of Azerbaijan. "Zardabi Nashr" LLC Baku-2015. page 260
3. Chingiz Gajar. Old Shusha. "Sharg-Garb" publishing house. Baku-2014. page 344.
4. Shusha. Study of historical and cultural heritage. Miras PU. "Elm and Tahsil" publishing house. Baku-2022. page 208.
5. Jarchi Sarkhan. "Representatives of the Mehmandarov family and their Shusha roots". Historical places and monuments. IV International Shusha Symposium. Shusha city, 22 November 2022. "AFPoliqraf" 115-119 pages
6. Guliyev V. Mehmandarovs. Baku: Shusha. 2019
7. Miklashevskaya, N. M. Wall paintings of Azerbaijan XVIII - XIX centuries (Architecture of Azerbaijan (essays)). Baku. 1952. 487.

COMPUTER SCIENCE

Niyar Umarova

*Head of the department of Mathematics and IT
PhD in Technical Sciences, Associate Professor*

Azerbaijan Academy of Labour and Social Relations, Baku, Azerbaijan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398055>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED CYBERSECURITY STRATEGIES IN ICT: CONTEMPORARY CHALLENGES AND APPLICATION PROSPECTS

Abstract

The rapid development of information and communication technologies (ICT) has led to a significant increase in the complexity and scale of cybersecurity threats. Emerging technologies such as cloud computing, big data, the Internet of Things (IoT), and 5G have expanded digital ecosystems, creating new attack surfaces. In this context, traditional security mechanisms are increasingly insufficient against dynamic and adaptive threats. Consequently, the integration of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) into cybersecurity has become a critical research and application area. This article examines the theoretical foundations, application domains, advantages, and limitations of AI-based cybersecurity approaches. Furthermore, it explores practical implementations, ethical and legal considerations, and future development trends in modern ICT environments.

Keywords: *cybersecurity, threats, artificial intelligence, machine learning*

Introduction

The acceleration of digital transformation has resulted in governments, businesses, and individuals relying heavily on information systems for everyday operations. Digital platforms now support critical infrastructures, financial transactions, healthcare services, education, and public administration. This growing dependence on interconnected systems has significantly increased exposure to cybersecurity threats. As organizations migrate to cloud environments and adopt mobile and remote work solutions, the attack surface expands, providing adversaries with more entry points. Consequently, cybersecurity has evolved from a technical concern into a strategic priority for both public and private sectors.

This reliance on digital technologies has led to a substantial increase in both the number and sophistication of cyberattacks. In recent years, ransomware, social engineering attacks, zero-day vulnerabilities, and distributed denial-of-service (DDoS) attacks have become widespread. Attackers increasingly employ automated tools, artificial intelligence, and advanced persistent threat (APT) techniques to bypass conventional defenses. Moreover, cybercriminal groups operate in organized networks, sharing tools and exploiting vulnerabilities across industries. Global economic losses from cybercrime are projected to reach trillions of dollars annually, highlighting the urgent need for advanced security solutions (Morgan, 2020). The financial impact is accompanied by reputational damage, operational disruptions, and potential risks to national security, further emphasizing the critical nature of cybersecurity investments.

Traditional cybersecurity approaches primarily rely on rule-based systems and signature-based detection mechanisms. While these methods were effective against known threats, they struggle to detect new and evolving attack patterns. The rapid growth of big data, IoT devices, and high-speed networks generates vast

volumes of security-relevant information that exceed human analytical capacity. Security analysts often face alert fatigue due to the overwhelming number of warnings generated by traditional systems. As a result, organizations require intelligent and automated solutions capable of analyzing complex datasets and responding to threats in real time (Sommer & Paxson, 2010).

Artificial intelligence offers new opportunities in cybersecurity by enabling systems to analyze large volumes of data and detect anomalies in real time. Machine learning algorithms can identify suspicious behavior patterns, while deep learning models can recognize complex attack signatures. Unlike traditional systems, AI-based approaches learn from historical data and continuously improve their performance. These systems can correlate events across multiple sources, such as network traffic, endpoint logs, and user behavior, providing a holistic view of security threats. AI-driven solutions are particularly effective in detecting insider threats, phishing campaigns, and advanced persistent attacks that often remain undetected by conventional tools.

Furthermore, AI-based systems are capable of automated threat detection and response, reducing human intervention and improving efficiency (Goodfellow et al., 2016). Automation enables security operations centers to prioritize incidents, isolate compromised devices, and implement mitigation strategies within seconds. This rapid response significantly reduces the dwell time of attackers within systems. In addition, AI enhances predictive capabilities by identifying patterns that indicate potential vulnerabilities before they are exploited. These capabilities make AI an essential component of modern ICT security infrastructures.

The integration of artificial intelligence into cybersecurity also aligns with broader technological trends such as cloud computing, edge computing, and 5G networks. These technologies increase connectivity

and data exchange but also introduce new vulnerabilities. AI-based security solutions can dynamically adapt to these evolving environments, ensuring continuous protection. As cyber threats continue to grow in scale and complexity, the adoption of AI-driven cybersecurity strategies is no longer optional but necessary for maintaining resilient digital ecosystems.

Theoretical Foundations of AI in Cybersecurity

Artificial intelligence systems are computational models capable of learning from data and making informed decisions. In cybersecurity, these models analyze network traffic, user behavior, system logs, and application-level activities to identify potential threats. The increasing complexity of digital infrastructures requires intelligent analytical mechanisms capable of processing heterogeneous data sources. AI-based cybersecurity solutions rely on statistical learning, pattern recognition, and predictive analytics to detect malicious activities before they cause significant damage. These systems operate by identifying correlations among events, recognizing deviations from normal behavior, and adapting to new threat patterns over time.

Machine learning methods are generally categorized into supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning. Supervised learning relies on labeled datasets to classify attacks and benign activities. Algorithms such as decision trees, support vector machines, and random forests are commonly used in intrusion detection systems. These models learn from historical attack data and can accurately classify known threats. However, their effectiveness depends heavily on the availability of high-quality labeled datasets, which are often limited in real-world cybersecurity scenarios.

Unsupervised learning techniques address this limitation by detecting anomalies without requiring labeled data. Clustering algorithms, such as k-means and hierarchical clustering, group similar patterns and identify deviations that may indicate malicious behavior. Dimensionality reduction techniques like principal component analysis (PCA) are also used to simplify large datasets and highlight abnormal patterns. These methods are particularly useful for identifying zero-day attacks and previously unknown threats, which traditional signature-based systems fail to detect. By modeling normal system behavior, unsupervised learning approaches enable continuous monitoring and early detection of suspicious activities.

Reinforcement learning, on the other hand, enables systems to develop optimal defense strategies in dynamic environments. In this paradigm, an agent interacts with the environment and learns through rewards and penalties. In cybersecurity, reinforcement learning can be applied to automated incident response, adaptive firewall configuration, and network traffic management. For example, a reinforcement learning-based system can dynamically adjust access controls or reroute traffic to mitigate distributed denial-of-service (DDoS) attacks. This adaptive capability makes reinforcement learning particularly valuable in rapidly changing threat landscapes (Sutton & Barto, 2018).

Deep learning algorithms, particularly convolutional neural networks (CNNs) and recurrent neural networks (RNNs), have gained prominence in cybersecurity applications. These models are capable of processing high-dimensional data and identifying complex patterns. CNNs are widely used for analyzing structured security data, such as packet payloads and malware binaries, while RNNs are effective for sequential data analysis, including network traffic flows and user behavior logs. Long short-term memory (LSTM) networks, a variant of RNNs, are especially useful for detecting temporal dependencies in cyberattacks.

For example, deep learning-based intrusion detection systems can analyze network traffic and identify malicious activities with high accuracy (LeCun et al., 2015). These systems automatically extract relevant features from raw data, eliminating the need for manual feature engineering. Additionally, autoencoders and generative adversarial networks (GANs) are increasingly used for anomaly detection and adversarial defense. Autoencoders learn compressed representations of normal behavior and flag deviations, while GANs can simulate attack scenarios for training robust detection models.

Another important theoretical aspect is feature engineering and data preprocessing. Cybersecurity datasets often contain noisy, imbalanced, and heterogeneous data. Techniques such as normalization, feature selection, and data augmentation improve model performance. Handling class imbalance is particularly important because malicious events typically represent a small fraction of overall data. Methods such as oversampling, undersampling, and synthetic data generation help address this issue.

Moreover, ensemble learning techniques combine multiple machine learning models to improve detection accuracy. Hybrid approaches integrating supervised and unsupervised learning methods are increasingly used in cybersecurity research. These systems leverage the strengths of different algorithms to enhance robustness and reduce false positives. As cyber threats evolve, theoretical advancements in AI models continue to play a crucial role in developing adaptive and intelligent cybersecurity solutions.

AI Applications in Cybersecurity

Artificial intelligence is widely applied in various cybersecurity domains, transforming how organizations detect, prevent, and respond to threats. One of the primary applications is network traffic monitoring. Machine learning algorithms learn normal traffic behavior and detect anomalies, which is particularly useful in identifying distributed denial-of-service (DDoS) attacks, botnet activities, and suspicious lateral movement within networks. AI-based intrusion detection systems (IDS) and intrusion prevention systems (IPS) continuously analyze packet-level and flow-level data to identify malicious activities. These systems improve detection rates while reducing false positives, a common challenge in traditional rule-based monitoring tools. Additionally, AI-driven traffic analysis can identify encrypted threats by analyzing metadata and traffic patterns without decrypting sensitive data, thereby preserving privacy while enhancing security.

Another important application is malware detection. Traditional antivirus systems rely on signature-based detection, which is ineffective against new and unknown threats. AI-based solutions analyze behavioral patterns and detect previously unseen malware variants. Machine learning models examine file structure, execution behavior, memory usage, and system calls to determine whether a program is malicious. This proactive approach enhances organizational resilience against evolving cyber threats (Sommer & Paxson, 2010). Furthermore, deep learning techniques can classify polymorphic and metamorphic malware that constantly changes its code to evade detection. AI-powered sandboxing environments also execute suspicious files in isolated systems and analyze their behavior in real time, improving detection accuracy and reducing response time.

AI is also used in identity and access management. Behavioral biometrics analyze typing patterns, mouse movements, navigation habits, and other behavioral characteristics to authenticate users. This additional security layer reduces the risk of account takeover and insider threats. Unlike traditional authentication methods such as passwords or tokens, behavioral authentication operates continuously in the background, ensuring that the legitimate user remains active throughout the session. If abnormal behavior is detected, the system can trigger additional verification steps or automatically terminate access. This approach is particularly useful in preventing credential theft and unauthorized remote access.

In addition to these applications, AI plays a critical role in phishing detection and email security. Natural language processing (NLP) techniques analyze email content, metadata, and sender behavior to identify phishing attempts. AI systems can detect subtle linguistic patterns, malicious links, and spoofed domains that often bypass traditional filters. As phishing attacks increasingly use social engineering tactics and personalized messages, AI-based detection becomes essential for protecting users from credential theft and financial fraud.

AI is also widely applied in security orchestration, automation, and response (SOAR) platforms. These platforms integrate AI algorithms to automate repetitive security tasks, prioritize alerts, and coordinate incident response actions. For example, AI can automatically isolate infected endpoints, block malicious IP addresses, and update firewall rules without human intervention. This automation significantly reduces response time and allows security analysts to focus on complex investigations.

Another emerging application is threat intelligence analysis. AI systems aggregate data from multiple sources, including threat feeds, dark web monitoring, and vulnerability databases. By correlating this information, AI can predict potential attack vectors and provide actionable insights. Predictive analytics enables organizations to implement preventive measures before attacks occur, shifting cybersecurity strategies from reactive defense to proactive risk management.

Moreover, AI enhances endpoint security by monitoring device-level activities. Endpoint detection and

response (EDR) solutions use machine learning to identify suspicious behavior such as privilege escalation, unauthorized file access, and abnormal process execution. These systems provide real-time visibility across endpoints and support rapid containment of threats.

Overall, AI applications in cybersecurity extend across multiple layers of ICT infrastructure, including networks, endpoints, applications, and user behavior. By combining automation, predictive analytics, and behavioral analysis, AI-driven solutions significantly improve the effectiveness and efficiency of modern cybersecurity frameworks.

Big Data and AI in SIEM Systems

Modern organizations generate massive volumes of security-related data from diverse sources, including network devices, servers, applications, cloud platforms, and endpoint systems. Logs, alerts, authentication records, and user activity data are continuously produced, creating complex datasets that are difficult to analyze using traditional tools. Security Information and Event Management (SIEM) systems aggregate and analyze these data sources to provide centralized visibility into organizational security posture. However, conventional SIEM platforms often struggle with scalability and generate excessive false positives, making it challenging for security analysts to identify genuine threats. The integration of artificial intelligence and big data analytics significantly improves the performance and efficiency of SIEM systems.

AI enhances SIEM effectiveness by identifying correlations among events and reducing false alerts. Machine learning algorithms analyze historical data to understand normal system behavior and detect deviations that may indicate malicious activity. These models can identify subtle relationships between seemingly unrelated events, such as unusual login attempts combined with abnormal network traffic patterns. Machine learning models can also prioritize threats based on severity, likelihood, and potential impact, allowing security teams to focus on the most critical incidents. Furthermore, AI-driven SIEM systems automate incident response processes by triggering predefined actions, such as blocking suspicious IP addresses, isolating compromised devices, or generating alerts for further investigation (Behl & Behl, 2017).

Big data technologies play a crucial role in supporting AI-powered SIEM platforms. Distributed computing frameworks such as Hadoop and Spark enable the processing of large-scale security datasets in real time. These technologies allow SIEM systems to analyze streaming data and detect threats as they occur. Real-time analytics is particularly important in mitigating fast-moving attacks, including ransomware and distributed denial-of-service (DDoS) incidents. By combining big data infrastructure with AI algorithms, organizations can achieve scalable and high-performance security monitoring.

Big data analytics also enables predictive cybersecurity. By analyzing historical attack patterns, AI systems can forecast potential threats and recommend preventive measures. Predictive models identify trends in attacker behavior, vulnerable systems, and emerging at-

tack vectors. For instance, AI can detect repeated scanning activities targeting specific ports and predict a possible intrusion attempt. This proactive approach shifts cybersecurity from reactive defense to predictive risk management. Organizations can implement mitigation strategies, such as patching vulnerabilities or strengthening access controls, before attacks occur.

Another advantage of AI-enhanced SIEM systems is improved threat intelligence integration. These systems collect data from external threat feeds, vulnerability databases, and global cybersecurity reports. AI algorithms correlate this external information with internal security events, providing contextual awareness. This capability allows organizations to quickly identify threats associated with known malicious actors or emerging campaigns.

Moreover, AI-based SIEM solutions support user and entity behavior analytics (UEBA). These techniques analyze user activities and establish behavioral baselines. If abnormal behavior is detected, such as unusual login times or unauthorized data access, the system generates alerts. UEBA is particularly effective in detecting insider threats and compromised accounts, which are often difficult to identify using traditional methods.

Despite these advantages, implementing AI in SIEM systems presents certain challenges. High computational requirements, data quality issues, and integration complexities can affect system performance. Additionally, ensuring data privacy and regulatory compliance remains a critical consideration when processing large-scale security data. Nevertheless, the combination of big data analytics and artificial intelligence significantly enhances SIEM capabilities, enabling organizations to improve threat detection, automate responses, and adopt predictive cybersecurity strategies.

AI-Based Security in IoT Environments

The proliferation of Internet of Things (IoT) devices has introduced significant security challenges across modern ICT infrastructures. Smart sensors, wearable technologies, industrial control systems, smart home devices, and connected vehicles continuously collect and exchange data, often without robust security mechanisms. Many IoT devices have limited computational capabilities, memory constraints, and energy restrictions, making traditional security mechanisms impractical. Additionally, IoT environments are highly heterogeneous, involving different communication protocols, hardware architectures, and operating systems. These characteristics increase vulnerability to cyberattacks such as botnets, device hijacking, data interception, and denial-of-service attacks.

Lightweight AI models provide an effective solution to these challenges. Instead of relying on resource-intensive security frameworks, optimized machine learning algorithms can operate efficiently within constrained environments. Edge AI allows data processing at the device level, reducing latency and improving response times while minimizing bandwidth usage (Zhang et al., 2021). By performing threat detection locally, edge-based AI reduces reliance on centralized cloud infrastructures and enhances privacy by limiting

data transmission. This decentralized approach is particularly beneficial for real-time applications such as smart healthcare systems, industrial automation, and autonomous vehicles.

AI-based IoT security systems monitor device behavior and detect anomalies. These systems establish baseline patterns for normal device operations, including communication frequency, packet size, and resource consumption. When deviations from these patterns occur, the AI model flags potential threats. For instance, compromised IoT devices involved in botnet attacks can be identified through abnormal traffic patterns. Once detected, the system can isolate the affected device, block malicious traffic, or notify administrators. This enhances the overall security of smart environments and reduces the risk of large-scale distributed attacks.

Another important application of AI in IoT security is intrusion detection. Traditional intrusion detection systems are difficult to deploy in IoT networks due to limited resources. Lightweight AI-based intrusion detection models overcome this limitation by analyzing network traffic in real time. These systems can detect unauthorized access attempts, spoofing attacks, and abnormal device communication. Furthermore, federated learning techniques allow multiple IoT devices to collaboratively train AI models without sharing raw data, improving detection accuracy while preserving privacy.

AI also supports secure device authentication and access control in IoT environments. Behavioral profiling techniques analyze device-specific characteristics, such as communication patterns and operational timing, to verify device identity. This prevents unauthorized devices from joining the network and reduces the risk of spoofing attacks. Additionally, AI-based systems can dynamically adjust security policies based on risk levels, ensuring adaptive protection.

Moreover, AI enhances vulnerability management in IoT networks. Machine learning algorithms analyze firmware versions, configuration settings, and known vulnerabilities to identify weak points. Predictive models can recommend updates or configuration changes to mitigate potential risks. This proactive approach is essential for IoT ecosystems, where devices often remain unpatched for extended periods.

Despite these benefits, AI-based IoT security faces challenges such as limited training data, model optimization constraints, and interoperability issues. Ensuring secure model updates and protecting AI algorithms from adversarial manipulation are also critical concerns. Nevertheless, the integration of artificial intelligence into IoT security frameworks significantly improves threat detection, enables real-time protection, and strengthens the resilience of interconnected smart environments.

Advantages of AI-Based Cybersecurity

AI-based cybersecurity systems provide several advantages. They offer high-speed analysis of large datasets and enable real-time threat detection. Automated response mechanisms reduce reaction time and minimize damage. Additionally, AI reduces reliance on human analysts and improves operational efficiency.

Another key advantage is adaptability. AI models continuously learn from new data and improve detection capabilities. This is particularly important in the rapidly evolving cybersecurity landscape.

Challenges and Limitations

Despite its benefits, AI-based cybersecurity faces several challenges that affect its effectiveness, reliability, and practical implementation. One major issue is the availability of high-quality training data. Machine learning models require large volumes of labeled and representative datasets to achieve high accuracy. However, cybersecurity data are often incomplete, noisy, and highly imbalanced, as malicious events represent only a small portion of total network activity. Incomplete or biased datasets may lead to inaccurate predictions, increased false positives, or failure to detect sophisticated attacks. Moreover, privacy concerns and regulatory restrictions often limit data sharing between organizations, reducing opportunities for collaborative model training and generalization.

Another challenge is adversarial attacks, where attackers manipulate AI models to produce incorrect outputs (Papernot et al., 2016). In adversarial scenarios, malicious actors intentionally craft inputs designed to deceive machine learning systems. For example, attackers may modify malware signatures, alter network traffic patterns, or inject misleading data into training datasets. These techniques can reduce detection accuracy and allow threats to bypass security controls. Data poisoning attacks, where adversaries introduce corrupted samples into training data, pose additional risks by degrading model performance over time. As AI systems become more widely deployed, ensuring robustness against adversarial manipulation becomes increasingly important.

Model interpretability is also a significant concern. Many deep learning models function as black boxes, making it difficult to explain decision-making processes. This lack of transparency complicates incident analysis and compliance requirements, particularly in regulated industries such as finance and healthcare. Security analysts often need to understand why a system flagged a particular activity as malicious in order to validate alerts and take appropriate action. Without explainability, organizations may struggle to trust automated decisions. Explainable artificial intelligence (XAI) approaches aim to address this limitation by providing insights into model behavior and highlighting important features influencing predictions.

Scalability is another limitation in AI-based cybersecurity systems. Processing large-scale security data in real time requires significant computational resources and infrastructure. High-performance hardware, including GPUs and distributed computing platforms, is often necessary to support deep learning models. Smaller organizations may face financial and technical barriers when implementing such solutions. Additionally, integrating AI systems into existing cybersecurity infrastructures can be complex, requiring compatibility with legacy systems and careful configuration.

Another challenge involves model drift and evolving threat landscapes. Cyber threats continuously

change, and models trained on historical data may become outdated. This requires frequent retraining and updating of AI systems to maintain effectiveness. Continuous learning mechanisms must be implemented carefully to avoid introducing vulnerabilities or degrading performance. Furthermore, excessive automation may lead to over-reliance on AI systems, reducing human oversight and potentially increasing risk if models behave unexpectedly.

Ethical and privacy concerns also play a critical role. AI-based monitoring systems often analyze user behavior, network activity, and personal data. This raises questions about surveillance, data protection, and user consent. Organizations must balance security requirements with privacy regulations and ethical considerations. Ensuring transparency, accountability, and fairness in AI-driven decision-making remains a key challenge.

Despite these limitations, ongoing research aims to improve robustness, interpretability, and scalability of AI-based cybersecurity solutions. Hybrid models, adversarial training techniques, and privacy-preserving machine learning approaches are being developed to address current weaknesses. Overcoming these challenges is essential for ensuring reliable and secure deployment of artificial intelligence in cybersecurity environments.

Ethical and Legal Considerations

The use of AI in cybersecurity raises ethical and legal concerns. Behavioral monitoring systems may impact user privacy. Therefore, transparency, accountability, and data protection principles must be considered. Legal frameworks should define responsibility for AI-driven decisions and ensure compliance with data protection regulations (Floridi et al., 2018).

Future Directions

The integration of AI and cybersecurity is expected to grow significantly in the coming years, driven by the increasing complexity and volume of digital threats. Emerging technologies such as federated learning, edge computing, and quantum computing will transform how AI is applied to cybersecurity challenges. Federated learning, for example, allows organizations to collaboratively train machine learning models on distributed datasets without sharing sensitive data. This approach not only preserves privacy but also enables institutions to leverage larger, more diverse datasets, improving model generalization and threat detection accuracy across multiple environments (Li et al., 2020).

Quantum computing, while still in its developmental stage, presents both new opportunities and challenges for cybersecurity. On one hand, quantum algorithms may break conventional encryption schemes, creating urgent needs for quantum-resistant cryptography. On the other hand, quantum computing can enhance AI algorithms and enable faster, more sophisticated analysis of complex cybersecurity datasets, improving the detection of novel attack patterns (Mosca, 2018). Research in post-quantum cryptography and quantum-enhanced AI models is therefore becoming a critical focus in the field.

Autonomous security operations centers (SOCs) and self-healing systems represent another promising direction. These systems combine AI-driven monitoring, automated incident response, and adaptive defense mechanisms to operate with minimal human intervention. Self-healing systems can automatically isolate compromised components, patch vulnerabilities, and reconfigure network defenses in real time. By continuously learning from evolving threats, these systems are capable of improving their response strategies over time. The integration of reinforcement learning into autonomous SOC's allows them to simulate attack scenarios, test countermeasures, and optimize defense strategies dynamically, significantly reducing the dwell time of threats (Sutton & Barto, 2018).

Another future trend involves the convergence of AI with other emerging technologies such as blockchain, 5G networks, and IoT. Blockchain-based security mechanisms can enhance trust, integrity, and transparency in AI-driven cybersecurity systems, particularly for distributed networks. The rollout of 5G networks will increase network speed and device density, necessitating real-time AI monitoring to prevent network overloads and new attack vectors. In IoT ecosystems, AI will increasingly support predictive maintenance, device authentication, and anomaly detection at scale.

Moreover, ethical and regulatory considerations will shape the development of future AI cybersecurity solutions. Explainable AI (XAI) will become a key requirement, enabling organizations and regulators to understand and validate automated security decisions. Privacy-preserving AI techniques, such as homomorphic encryption and differential privacy, will allow AI models to operate on sensitive data without compromising confidentiality. These developments will help ensure that AI-driven cybersecurity frameworks are not only effective but also transparent, accountable, and compliant with global data protection regulations (Floridi et al., 2018).

In summary, the future of AI in cybersecurity lies in the creation of intelligent, adaptive, and collaborative systems capable of addressing increasingly sophisticated threats. Integrating federated learning, quantum computing, autonomous SOC's, and ethical AI practices will enhance resilience across ICT environments. As cyber threats continue to evolve, organizations must invest in research and deployment of these advanced AI-driven solutions to maintain secure and sustainable digital infrastructures.

Conclusion

Artificial intelligence-based cybersecurity has become an essential approach in modern ICT environments. The rapid growth of digital infrastructures, cloud computing, IoT ecosystems, and big data platforms has significantly increased the complexity of cyber threats. Traditional security mechanisms alone are no longer sufficient to address evolving attack techniques. AI technologies enable large-scale data analysis, anomaly detection, behavioral monitoring, and automated defense mechanisms, allowing organizations to detect and respond to threats more efficiently. By

leveraging machine learning and deep learning algorithms, cybersecurity systems can continuously adapt to new attack patterns and improve their performance over time.

The integration of artificial intelligence into cybersecurity also enhances operational efficiency. Automated threat detection reduces the workload of security analysts and minimizes response times. AI-driven security orchestration enables rapid containment of incidents, limiting potential damage. Furthermore, predictive analytics allows organizations to anticipate vulnerabilities and implement preventive measures before attacks occur. These capabilities transform cybersecurity from a reactive discipline into a proactive and intelligent defense framework. As ICT environments continue to expand, AI-based solutions will play a central role in protecting critical infrastructures, financial systems, healthcare services, and other essential sectors.

Despite these advantages, ethical, legal, and technical challenges must be addressed. Issues such as data privacy, algorithmic bias, model transparency, and accountability remain significant concerns. AI systems often rely on large datasets that may contain sensitive information, raising questions about compliance with data protection regulations. Additionally, adversarial attacks targeting AI models can undermine their reliability. The lack of explainability in complex deep learning models also complicates decision-making processes and incident analysis. Addressing these challenges requires interdisciplinary collaboration among researchers, policymakers, and industry professionals.

Future research should focus on developing trustworthy and explainable AI models to enhance cybersecurity resilience. Explainable artificial intelligence (XAI) techniques can improve transparency and increase user confidence in automated decisions. Moreover, advances in federated learning, edge intelligence, and privacy-preserving machine learning will support secure collaboration without exposing sensitive data. The integration of AI with emerging technologies such as quantum computing and blockchain may also provide innovative cybersecurity solutions. Ultimately, the continued evolution of AI-driven cybersecurity frameworks will be essential for maintaining secure, resilient, and sustainable digital ecosystems in the face of increasingly sophisticated cyber threats.

References

1. Behl, A., & Behl, K. (2017). *Cybersecurity and cyberwar: What everyone needs to know*. Oxford University Press.
2. Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
4. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

5. Morgan, S. (2020). Cybercrime to cost the world \$10.5 trillion annually by 2025. Cybersecurity Ventures. <https://cybersecurityventures.com>
6. Papernot, N., McDaniel, P., Sinha, A., & Wellman, M. (2016). Towards the science of security and privacy in machine learning. In 2016 IEEE European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P) (pp. 399–414). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EuroSP.2016.38>
7. Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the closed world: On using machine learning for network intrusion detection. In 2010 IEEE Symposium on Security and Privacy (pp. 305–316). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SP.2010.25>
8. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). MIT Press.
9. Zhang, Y., Chen, X., Li, J., & Wang, H. (2021). Edge intelligence for Internet of Things: A survey. IEEE Internet of Things Journal, 8(6), 1–17. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3035527>

MEDICAL SCIENCES

UDC 618.146-006.6-07:578.825.11

Bondarenko Eduard Valentynovych

4th year student

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

Kozar Oleh Mykhailovych

Assistant of the Department of Obstetrics,

Gynecology and Perinatology

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

THE ROLE OF HPV SCREENING IN CERVICAL CANCER PREVENTION

Abstract.

Cervical cancer remains one of the most common oncological pathologies among women in the world, despite the availability of effective preventive measures. It has been proven that persistent infection with oncogenic types of the human papilloma virus (HPV) is a necessary condition for the development of precancerous changes and invasive cancer. Traditional cytological screening programs have significantly reduced the incidence in developed countries, but have limited sensitivity. The introduction of primary HPV testing has become an important stage in the transformation of screening strategies, providing higher sensitivity and the possibility of extending examination intervals. The combination of HPV vaccination and organized screening programs is considered as a global strategy to eliminate cervical cancer.

Key words: cervical cancer, HPV, screening, Pap test, oncogenic types, vaccination, CIN, prevention.

Introduction. Every year in the world, cervical cancer is detected in more than 500,000 patients. Cervical cancer is almost completely associated with a clearly established etiological factor — persistent infection with highly oncogenic types of the human papillomavirus, which creates unique opportunities for effective primary and secondary prevention. However, despite the availability of evidence-based control strategies, morbidity and mortality remain significant [1].

HPV is an extremely common virus that is primarily sexually transmitted. Most sexually active women are infected at least once in their lifetime, but in the majority of cases the infection is transient and is cleared within 12–24 months by a cellular immune response [2]. The key factor in carcinogenesis is the long-term persistence of highly oncogenic types, in particular HPV 16, 18, 31, 33, 45, 52 and 58 [3]. Persistence leads to the integration of viral DNA into the genome of the host cell, which activates the expression of oncoproteins E6 and E7, capable of inactivating the cell cycle suppressor proteins p53 and pRb, resulting in mutations [4].

The pathogenetic cascade from primary infection to invasive cancer lasts years and sometimes decades. Initially, mild dysplastic changes occur - cervical intraepithelial neoplasia of the first degree (CIN1), which in a significant proportion of patients regress spontaneously. However, if the virus persists, progression to grade II and III cervical intraepithelial neoplasia (CIN2, CIN3) is possible, which is considered a direct precursor of invasive cancer. It is the long preclinical period that makes it possible to implement effective screening

programs aimed at early detection and treatment of precancerous conditions [5].

Traditional cytological screening, based on the Papanicolaou method, has been the mainstay of prevention for decades. However, the limited sensitivity of one-time testing, the variability of interpretation and the dependence on the human factor remain significant disadvantages [6]. The frequency of false-negative results necessitates repeated examinations at short intervals, which increases the economic costs of the health care system [7].

HPV testing has become a qualitatively new stage in the development of screening. Molecular methods make it possible to detect the presence of DNA or mRNA of oncogenic types of the virus even before the appearance of morphological changes in cells. The sensitivity of the HPV test for detecting CIN2+ exceeds 90%, which is significantly higher than cytology [8]. A high negative predictive value makes it possible to safely extend the intervals between screening tests up to 5 years. This reduces the frequency of visits, reduces the psychological burden on women and optimizes the use of resources.

At the same time, the high prevalence of transient HPV infection among young women causes a certain decrease in the specificity of the test. That is why most international recommendations recommend starting primary HPV screening from the age of 25-30, when the frequency of spontaneous elimination of the infection decreases [9]. For younger women, a cytological approach or combined strategies may be preferred.

One of the key advantages of HPV screening is the ability to stratify risk based on genotyping. Detection of HPV 16 or 18 is associated with the highest risk of

progression to high-grade dysplasia or cancer. In such cases, immediate referral to colposcopy is recommended, even in the absence of cytological changes. For other high-risk types, cytological or molecular triage is used, which avoids excessive invasive interventions.

Improvement of triage algorithms is one of the most relevant areas of modern research. The use of biomarkers of proliferation and transformation, in particular p16/Ki-67 double staining, allows to increase the specificity of the selection of patients with a real risk of progression. Additionally, DNA methylation and other molecular markers are being studied, which may become part of personalized screening models in the future [10].

An important aspect is the organization of the screening. It has been proven that organized programs with a centralized registry, invitation system and quality control are significantly more effective than opportunistic screening, when the examination is carried out only at the initiative of the patient or the doctor. It is the organized approach that ensures even coverage of the population, reduces social inequality and contributes to a stable reduction in mortality [11].

Self-collection of material for HPV testing is an innovative tool to increase coverage. Research shows that women who have not previously undergone screening are more willing to agree to self-collection of a vaginal sample at home [12]. The sensitivity of this approach is comparable to clinical screening, which makes it promising for countries with low access to gynecological care [13].

Combining HPV vaccination with regular screening creates a synergistic effect. Vaccination significantly reduces the prevalence of oncogenic types, especially 16 and 18, and in countries with high coverage, there is already a reduction in the incidence of CIN2+ among young women [14]. However, even vaccinated individuals need screening because there are other oncogenic types of the virus and the possibility of infection before vaccination [15].

The economic feasibility of HPV screening is confirmed by numerous models. Although the cost of a single test may be higher than a cytological examination, the longer intervals and the reduction in the number of invasive forms of cancer make the program more profitable in the long run. In addition, early detection of precancerous changes allows to apply less traumatic methods of treatment and preserve the reproductive function of women [16].

In countries with transition economies, the introduction of HPV screening is accompanied by a number of challenges: insufficient laboratory infrastructure, lack of centralized registries, low public awareness and limited funding [17].

Conclusions. Prospects for development include the integration of artificial intelligence in the analysis of results, the development of highly specific molecular markers and the introduction of individualized models of risk assessment, which will be able to significantly reduce the global burden of the disease in the coming decades and come close to its complete elimination.

References

1. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
2. Schiffman M., Hyun N., Raine-Bennett T., Katki H.A., Fetterman B., Gage J.C., Wentzensen N. A cohort study of cervical screening using partial HPV typing and cytology triage. *Int J Cancer.* 2016;139(11):2606–2615. <https://doi.org/10.1002/ijc.30375>
3. de Sanjosé S., Brotons M., Pavón M.A. The natural history of human papillomavirus infection. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2018;47:2–13. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2017.08.015>
4. McBride A.A. Mechanisms and strategies of papillomavirus replication. *Biol Chem.* 2017;398(8):919–927. <https://doi.org/10.1515/hsz-2017-0113>
5. Arbyn M., Weiderpass E., Bruni L., de Sanjosé S., Saraiya M., Ferlay J., Bray F. Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *Lancet Glob Health.* 2020;8(2):e191–e203. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(19\)30482-6](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(19)30482-6)
6. Ronco G., Dillner J., Elfström K.M., Tunesi S., Snijders P.J.F., Arbyn M., et al. Efficacy of HPV-based screening for prevention of invasive cervical cancer: follow-up of four European randomised controlled trials. *Lancet.* 2014;383(9916):524–532. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)62218-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)62218-7)
7. Arbyn M., Smith S.B., Temin S., Sultana F., Castle P. Detecting cervical precancer and reaching underscreened women by using HPV testing on self samples: updated meta-analyses. *BMJ.* 2018;363:k4823. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4823>
8. Koliopoulos G., Nyaga V.N., Santesso N., Bryant A., Martin-Hirsch P.P., Mustafa R.A., et al. Cytology versus HPV testing for cervical cancer screening in the general population. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;8:CD008587. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008587.pub2>
9. Curry S.J., Krist A.H., Owens D.K., Barry M.J., Caughey A.B., Davidson K.W., et al. Screening for cervical cancer: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *JAMA.* 2018;320(7):674–686. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.10897>
10. Clarke M.A., Luhn P., Gage J.C., Bodelon C., Dunn S.T., Walker J., et al. Discovery and validation of candidate host DNA methylation markers for detection of cervical precancer and cancer. *Int J Cancer.* 2017;141(4):701–710. <https://doi.org/10.1002/ijc.30781>
11. Elfström K.M., Arnheim-Dahlström L., von Karsa L., Dillner J. Cervical cancer screening in Europe: quality assurance and organisation of programmes. *Eur J Cancer.* 2015;51(8):950–968. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2015.03.008>
12. Arbyn M., Verdoodt F., Snijders P.J.F., Verhoef V.M.J., Suonio E., Dillner L., et al. Accuracy

of human papillomavirus testing on self-collected versus clinician-collected samples: a meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2014;15(2):172–183. [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(13\)70570-9](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(13)70570-9)

13. Yeh P.T., Kennedy C.E., de Vuyst H., Narasimhan M. Self-sampling for human papillomavirus (HPV) testing: systematic review and meta-analysis. *BMJ Glob Health.* 2019;4:e001351. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-001351>

14. Drolet M., Bénard É., Pérez N., Brisson M. Population-level impact and herd effects following HPV vaccination programmes: updated systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2019;394(10197):497–509. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)30298-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)30298-3)

15. Lei J., Ploner A., Elfström K.M., Wang J., Roth A., Fang F., et al. HPV vaccination and the risk of

invasive cervical cancer. *N Engl J Med.* 2020;383(14):1340–1348.

<https://doi.org/10.1056/nejmoa1917338>

16. Kyrgiou M., Athanasiou A., Paraskevaidi M., Mitra A., Kalliala I., Martin-Hirsch P., et al. Adverse obstetric outcomes after local treatment for cervical preinvasive and early invasive disease according to cone depth: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2016;354:i3633. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3633>

17. Canfell K., Kim J.J., Brisson M., Keane A., Simms K.T., Caruana M., et al. Mortality impact of achieving WHO cervical cancer elimination targets: a comparative modelling analysis in 78 low-income and lower-middle-income countries. *Lancet.* 2020;395(10224):591–603.

[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30157-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30157-4)

Onyshchenko Daria Valentynivna

4th year student

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

Kozar Oleh Mykhailovych

Assistant of the Department of Obstetrics,

Gynecology and Perinatology

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

ENDOMETRIOSIS: NEW APPROACHES TO DIAGNOSIS AND THERAPY

Abstract.

Endometriosis is one of the most common gynecological diseases, which is characterized by the presence of endometriosis-like tissue outside the uterine cavity and is accompanied by chronic pain syndrome, infertility and a significant decrease in the quality of life of women. In recent years, there has been significant progress in understanding the pathogenesis of this disease, which has contributed to the development of new approaches to diagnosis and therapy. New diagnostic methods include the use of non-invasive biomarkers, modern imaging methods and molecular genetic technologies, which allows for the detection of diseases in the early stages. Targeted drugs, individualized hormonal regimens, and minimally invasive surgical interventions are being actively implemented in the therapy of endometriosis. An important direction is the development of personalized medicine, which allows selecting treatment according to the patient's characteristics.

Key words: *endometriosis, diagnosis, therapy, biomarkers, hormone therapy, personalized medicine, infertility, chronic pelvic pain.*

Introduction. Endometriosis is one of the chronic inflammatory diseases of the female reproductive system, which is characterized by the presence of endometriosis-like tissue outside the uterine cavity, which causes chronic pelvic pain, dysmenorrhea, dyspareunia, infertility and other reproductive health disorders. According to modern epidemiological studies, endometriosis is found in approximately 10% of women of reproductive age, and among patients with infertility, this indicator can reach 30–50%, which indicates a significant medical and social problem and the need to improve diagnostic and therapeutic approaches [1]. The significant impact of the disease on the quality of life of women, its chronic course, as well as the difficulty of early diagnosis determine the relevance of further scientific research in this field [2].

Results

Today, endometriosis is considered a multifactorial disease, the development of which is associated with a complex interaction of hormonal, immunological, genetic, and epigenetic factors [3].

Clinical manifestations of endometriosis can be extremely diverse, which greatly complicates early diagnosis. The most characteristic symptoms are chronic pelvic pain, dysmenorrhea, dyspareunia, violation of the menstrual cycle, as well as infertility, however, in a large part of patients, the disease can be asymptomatic for a long time [1]. The average time from the appearance of the first symptoms to the diagnosis is 7–10 years, which is due to the lack of specificity of the clinical picture and the limited capabilities of traditional diagnostic methods [2]. Such a delay in establishing a diagnosis leads to the progression of the disease, the development of complications and the deterioration of reproductive function.

Traditionally, laparoscopy with histological confirmation was considered the "gold standard" for the diagnosis of endometriosis, but modern medicine is gradually moving to less invasive research methods [4]. The implementation of standardized protocols for ultrasound evaluation of the pelvic organs allowed to significantly increase the accuracy of diagnosis of deep infiltrative endometriosis and reduce the need for diagnostic laparoscopy. The high resolution of MRI allows for a detailed assessment of the localization of endometrioid foci, the degree of damage to the pelvic organs, as well as the involvement of adjacent structures, which is important for planning surgical intervention [5].

In addition to instrumental methods, modern research is actively focused on the search for laboratory biomarkers. The traditional CA-125 marker has limited specificity, so scientists are actively investigating new biomolecules, including cytokines, growth factors, microRNAs, metabolites, and other molecular indicators [6].

An important direction of modern diagnostics is also the development of the so-called "liquid biopsy", which involves the analysis of biological fluids of the body (analysis of blood, urine, menstrual fluid and peritoneal fluid) to identify specific molecular markers of the disease [7].

The use of genomic sequencing, transcriptomic analysis, and proteomics methods allows the detection of specific molecular signatures associated with various forms of the disease [8].

Particular attention is paid to the study of immunological markers of endometriosis. Changes in the level of pro-inflammatory cytokines, macrophages, T-lymphocytes and other components of the immune system were detected, which can be used for diagnosis and

assessment of the activity of the pathological process [9].

Modern endometriosis therapy is aimed at controlling symptoms, preventing the progression of the disease and preserving reproductive function, taking into account the individual characteristics of the patient. Traditional approaches include drug and surgical treatment [10].

Hormonal therapy is aimed at reducing estrogen-dependent stimulation of endometrioid tissue. The most common drugs include combined oral contraceptives, progestins, gonadotropin-releasing hormone (GnRH) agonists and antagonists, as well as aromatase inhibitors [11].

One of the promising directions is the use of selective progesterone receptor modulating agents (SPRM), which allow influencing endometrioid cells more precisely, with less systemic effects. Inhibitors of specific signaling pathways, such as mitogen-activated protein kinase (MAPK), phosphoinositide 3-kinase/AKT/mechanistic target of rapamycin (PI3K/AKT/mTOR), involved in proliferation, apoptosis, and angiogenesis of endometrioid cells are also being investigated [12].

Studying the role of macrophages, T-cells and cytokine networks allows for the development of methods of immune response modulation that can prevent the progression of pathology and relapses [13]. The use of biological agents and immunomodulators can be a promising addition to standard hormonal therapy.

Surgical treatment remains relevant in case of deep infiltrative endometriosis, resistance to drug therapy, or in the case of the need to restore reproductive function. Modern minimally invasive techniques, in particular laparoscopy, make it possible to remove endometrioid foci with minimal tissue trauma and a short rehabilitation period [14].

A special place is occupied by the concept of personalized medicine, which involves the selection of therapy taking into account the patient's molecular, genetic, hormonal and immunological characteristics. The integration of biomarker data, microRNA profiles, clinical characteristics and imaging results allows creating individual treatment regimens that increase the effectiveness of therapy and reduce the risk of relapse [15].

Prospects for the development of the field include the further introduction of non-invasive biomarkers into clinical practice, the development of targeted molecular drugs and the improvement of minimally invasive surgical methods. Technologies of multi-omic analysis and computer support for clinical decision-making are also actively developing, which allows predicting the course of the disease and adapting therapy to a specific patient [15].

Conclusions. Endometriosis remains a complex and multifactorial disease that requires a complex approach to diagnosis and therapy. Modern diagnostic methods, including ultrasound and MRI technologies, molecular biomarkers and genetic analysis, allow to detect pathology in the early stages and reduce the need for surgical intervention. Hormonal therapy remains

relevant in therapy, but targeted and immune approaches are actively developing, which, together with minimally invasive surgical techniques, allow for individualized treatment. Personalized medicine opens up new opportunities for increasing the effectiveness of therapy and reducing relapses, and the integration of molecular, genetic and clinical data creates a foundation for further research and the introduction of new technologies into practice.

References

- Smolarz, B., Szyłło, K., & Romanowicz, H. (2021). Endometriosis: Epidemiology, Classification, Pathogenesis, Treatment and Genetics (Review of Literature). *International journal of molecular sciences*, 22(19), 10554. <https://doi.org/10.3390/ijms221910554>
- Horne, A. W., & Missmer, S. A. (2022). Pathophysiology, diagnosis, and management of endometriosis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 379, e070750. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-070750>
- Pant, A., Moar, K., K Arora, T., & Maurya, P. K. (2023). Biomarkers of endometriosis. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 549, 117563. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2023.117563>
- Pašalić, E., Tambuwala, M. M., & Hromić-Jahjefendić, A. (2023). Endometriosis: Classification, pathophysiology, and treatment options. *Pathology, research and practice*, 251, 154847. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2023.154847>
- Thomassin-Naggara, I., Dolciemi, M., Chamie, L. P., Guerra, A., Bharwani, N., Freeman, S., Rousset, P., Manganaro, L., & ESUR Endometriosis Working Group (2025). ESUR consensus MRI for endometriosis: indications, reporting, and classifications. *European radiology*, 35(11), 7260–7268. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-11579-0>
- Jiang, H., Zhang, X., Wu, Y., Zhang, B., Wei, J., Li, J., Huang, Y., Chen, L., & He, X. (2022). Bioinformatics identification and validation of biomarkers and infiltrating immune cells in endometriosis. *Frontiers in immunology*, 13, 944683. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.944683>
- Moein Mahini, S., Younesi, M., Mortazavi, G., Samare-Najaf, M., Karim Azadbakht, M., & Jamali, N. (2023). Non-invasive diagnosis of endometriosis: Immunologic and genetic markers. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 538, 70–86. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2022.11.013>
- Condous, G., Gerges, B., Thomassin-Naggara, I., Becker, C., Tomassetti, C., Krentel, H., van Herendael, B. J., Malzoni, M., Abrao, M. S., Saridogan, E., Keckstein, J., Hudelist, G., & Collaborators (2024). Non-invasive imaging techniques for diagnosis of pelvic deep endometriosis and endometriosis classification systems: an International Consensus Statement. *Ultrasound in obstetrics & gynecology : the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 64(1), 129–144. <https://doi.org/10.1002/uog.27560>
- Greygoose, E., Metharom, P., Kula, H., Seckin, T. K., Seckin, T. A., Ayhan, A., & Yu, Y.

- (2025). The Estrogen-Immune Interface in Endometriosis. *Cells*, 14(1), 58. <https://doi.org/10.3390/cells14010058>
10. Becker, C. M., Bokor, A., Heikinheimo, O., Horne, A., Jansen, F., Kiesel, L., King, K., Kvaskoff, M., Nap, A., Petersen, K., Saridogan, E., Tomassetti, C., van Hanegem, N., Vulliamoz, N., Vermeulen, N., & ESHRE Endometriosis Guideline Group (2022). ESHRE guideline: endometriosis. *Human reproduction open*, 2022(2), hoac009. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoac009>
11. Kou, L., Huang, C., Xiao, D., Liao, S., Li, Y., & Wang, Q. (2025). Pharmacologic Interventions for Endometriosis-Related Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Obstetrics and gynecology*, 146(2), e23–e35. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000005923>
12. Brichant, G., Laraki, I., Henry, L., Munaut, C., & Nisolle, M. (2021). New Therapeutics in Endometriosis: A Review of Hormonal, Non-Hormonal, and Non-Coding RNA Treatments. *International journal of molecular sciences*, 22(19), 10498. <https://doi.org/10.3390/ijms221910498>
13. Maksym, R. B., Hoffmann-Młodzianowska, M., Skibińska, M., Rabijewski, M., Mackiewicz, A., & Kieda, C. (2021). Immunology and Immunotherapy of Endometriosis. *Journal of clinical medicine*, 10(24), 5879. <https://doi.org/10.3390/jcm10245879>
14. Jiang, M., Hou, W., & Yu, T. (2022). Clinical efficacy of laparoscopic surgery combined with drug therapy for endometriosis: A meta-analysis. *Medical engineering & physics*, 107, 103866. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2022.103866>
15. Di Spiezio Sardo, A., Becker, C. M., Renner, S. P., Suvitie, P. A., Tarriel, J. E., Vannuccini, S., Garcia Velasco, J. A., Verguts, J., & Mercurio, A. (2025). Management of women with endometriosis in the 21st century. *Current opinion in obstetrics & gynecology*, 37(3), 149–157. <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000001027>

Polahyn Anna Dmytrivna

4th year student

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

Kozar Oleh Mykhailovych

Assistant of the Department of Obstetrics,

Gynecology and Perinatology

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

THE EFFECT OF STRESS DURING THE WAR ON THE GYNECOLOGICAL HEALTH OF WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

Abstract.

In modern conditions of armed conflicts, a significant part of the female population is exposed to constant psycho-emotional stress, which is associated with danger to life. Such factors create conditions for the development of chronic stress, which affects the functioning of the neuroendocrine system and can cause numerous reproductive health disorders. The analysis of modern scientific sources that interpret the aforementioned disorders in women and demonstrate the presence of a close relationship between chronic stress and the development of gynecological disorders, including menstrual cycle dysfunction, changes in the hormonal profile, the development of infertility and other reproductive disorders, is made, which confirms the need for comprehensive preventive and therapeutic measures to support the reproductive health of women during the armed conflict.

Key words: cervical cancer, HPV, screening, Pap test, oncogenic types, vaccination, CIN, prevention.

Introduction. Stress is a systemic response of the body to the action of harmful physical and psychoemotional factors (stressors) [1]. The body's response to stress includes complex neuroendocrine mechanisms aimed at adapting the body to adverse conditions. However, prolonged or chronic stress can lead to the exhaustion of adaptation mechanisms and the development of various pathological conditions. A woman's reproductive system is especially sensitive to the influence of stress factors. According to the results of modern research, stress disorders occur three times more often in women than in men and have a direct correlation with the duration and intensity of the stress load [1]. It is believed that women are more prone to psychoemotional disorders due to the peculiarities of hormonal regulation, in particular the influence of estrogens and progesterone on the functioning of the central nervous system. Violation of this complex regulatory system can lead to ovarian dysfunction, changes in the menstrual cycle, and a decrease in a woman's reproductive potential.

The purpose of the study

The purpose of the work is to assess the impact of stress on the psycho-emotional state of women in war conditions, which subsequently causes negative consequences for their gynecological and reproductive health.

Materials and methods

Modern domestic and foreign scientific publications for the period 2021-2026 regarding the effect of stress on the gynecological health of women of reproductive age were analyzed. Electronic scientific databases were used to search for information: PubMed, Google Scholar, Scopus, as well as Ukrainian specialized medical journals. Review and clinical studies, systematic reviews, meta-analyses, clinical guidelines and

recommendations that describe changes in the hormonal profile, disruption of the ovarian-menstrual cycle, changes in reproductive function and psycho-emotional state of women in conditions of long-term stress caused by military actions were included in the analysis. In the process of work, systematization and generalization of the obtained data was carried out, which made it possible to determine the main patterns of the effect of chronic stress on gynecological health. The obtained results were summarized in order to form a holistic view of the current state of the problem and possible ways to solve it.

Results and discussion

Numerous modern studies indicate that chronic stress is an important factor in the disruption of the menstrual cycle and reproductive function of women. The menstrual cycle is a sensitive biological marker of the general state of the body and responds to external and internal stress factors, including socio-political crises, pandemics and military conflicts [5]. It has been established that in conditions of prolonged stress caused by war, the frequency of dysmenorrhea, amenorrhea, and other functional disorders of the reproductive system increases significantly [1, 6]. Such disorders may arise as a result of changes in the neuroendocrine regulation of the reproductive system.

In particular, the frequency of such violations can reach more than 50%, which significantly exceeds the indicators among the population living in stable conditions [7]. It has also been established that women who experience chronic stress have an increased risk of developing anxiety and depressive disorders, which additionally negatively affects the reproductive system.

During the hostilities, a quantitative increase in diseases of the female reproductive system was recorded: menstrual cycle disorders, pathological uterine

bleeding, premature menopause, hyperandrogenism, severe climacteric disorders, premature ovarian failure syndrome in young women, and severe manifestations of menopause in perimenopause [4]. Research shows that increased levels of stress can also be associated with exacerbation of chronic gynecological diseases such as endometriosis, polycystic ovary syndrome and pelvic inflammatory disease.

In the conditions of armed aggression, part of the female population has limited access to medical care, which is associated with the destruction of medical infrastructure, displacement of the population, and a decrease in the availability of preventive examinations. This leads to late diagnosis of gynecological pathologies and deterioration of reproductive results. Therefore, it is important to timely prescribe therapy for stress-related reproductive disorders [4].

The reproductive system is associated with the regulation of hormonal levels, primarily estrogen (EG) and progesterone (PG). How women respond to stressful situations largely depends on the level of estrogen and the stage of the menstrual cycle [1].

It is known that during stress, the hypothalamic-pituitary-adrenal axis is activated, which is accompanied by an increase in the level of cortisol, which can suppress the secretion of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in the hypothalamus. This leads to a decrease in the production of luteinizing and follicle-stimulating hormones. As a result, the normal process of folliculogenesis and ovulation is disturbed [3].

An increase in the level of follicle-stimulating hormone (FSH) in the follicular phase of the physiological menstrual cycle and the level of estradiol in the luteal phase indicates the adaptation of the body in response to stressors. Simultaneously with these changes, there is an increase in the level of prolactin, which will affect the emotional state and cause dysregulation of menstrual changes [2, 9].

Separate studies show that chronic stress can contribute to changes in the body's immune response, which increases the risk of developing inflammatory processes in the reproductive organs. Thus, the impact of stress on the female body is multifactorial and is realized through neuroendocrine, immunological and psychoemotional mechanisms.

Conclusions. Therefore, psycho-emotional stress during wartime has a significant impact on the health of women of reproductive age. Chronic stress associated with military operations can disrupt the work of the neuroendocrine system, which leads to dysfunction of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis and the development of various gynecological disorders.

Constant stress leads to dysfunction of the body, which subsequently leads to a violation of the normal functioning of the female reproductive system. The most common consequences are menstrual cycle disorders, hormonal imbalances, reduced fertility and increased risk of developing chronic gynecological diseases. In the long term, this can cause an adverse socio-demographic effect, in particular, a decrease in the birth rate.

In this regard, it is necessary to implement comprehensive preventive and treatment programs of medical, psychological and social support for women during crisis events (martial law). Such measures should include psychological assistance, regular control of the hormonal background, monitoring of the menstrual cycle, as well as ensuring access to timely gynecological care.

The implementation of such programs will reduce the negative impact of stress on women's reproductive health and help preserve the demographic potential of the population.

References

1. Kozub, T. O., Hnatiuk, V. V., Kachailo, I. A., & Holovina, O. V. (2025). Vplyv viiny na psykhoe-motsiyni stan ta reproduktyvne zdorovia zhink: klinichne doslidzhennia porushen menstrualnoho tsykladu. *Reproduktyvne zdorovia zhinky*, (5), 78-86. <https://doi.org/10.30841/2708-8731.5.2025.337955>
2. Podolskyi V. V., Podolskyi V., Medvedovska N., Emir-Useinova D. A., Botsiuk U. I. Vplyv khronichnoho stresu na hormonalnyi stan zhink, yaki postrazhdaly vid boiovykh dii, ta zhinko-pereselenok. *Reproduktyvne zdorovia zhinky*. 2024;(6):8-13. <https://doi.org/10.30841/2708-8731.6.2024.312739>
3. Vigil P., Meléndez J., Soto H., Petkovic G., Bernal Y., Molina S. Chronic stress and ovulatory dysfunction: implications in times of COVID-19. *Frontiers in Global Women's Health*. 2022;3:866104. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.866104>
4. Tatarchuk T., Yefymenko O., Myronenko O., Mnevets R. Naslidky stresu voiennoho chasu dlia reproduktyvnoho zdorovia zhink. *Reproduktyvna endokrynolohiia*. 2024;(72):28-34. <https://doi.org/10.18370/2309-4117.2024.72.28-34>
5. Lovkina, O. L., Masibroda, N. G., Muntyan, O. A., Klivak, V. V., & Vozniuk, A. V. (2023). The impact of today's chronic stress on a woman's menstrual function. *Reports of Vinnytsia National Medical University*, 27(2), 331-335. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(2\)-26](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(2)-26)
6. Stetsevych, M.-M., Malanchuk, L., Malanchuk, A., Franchuk, U., Malanchuk, S., & Martyniuk, V. (2025). Evaluation of menstrual cycle parameters under the influence of stress. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 32(1), 5-14. <https://doi.org/10.46389/rjd-2025-1747>
7. Tatarchuk, T., Kalugina, L., Plaksiiieva, K., Tutchenko, T., & Yusko, T. (2025). Personalized management strategies for patients with perimenopausal disorders under war-related stress. *REPRODUCTIVE ENDOCRINOLOGY*, (79), 30-38. <https://doi.org/10.18370/2309-4117.2025.79.30-38>
8. Payne LA, Seidman LC, Ren B, Greenfield SF. COVID-Related Distress Is Associated with Increased Menstrual Pain and Symptoms in Adult Women. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Dec 31;20(1):774. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010774>

Ганизода Хуршед Абдуали

кандидат биологических наук, доцент
Заведующий научно – исследовательским отделом
НИИ фундаментальной медицины ТГМУ им.
Абуали ибни Сино.

Азонов Джахон Азонович

доктор медицинских наук, профессор,
ведущий научный сотрудник НИИ фундаментальной медицины ТГМУ им. Абуали ибни Сино.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398093>

АНТИДИАБЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЧЕТАННОГО ВВЕДЕНИЯ ФЕРАЗОНА И ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ПРИ СТРЕПТОЗОТОЦИНОВОМ ДИАБЕТЕ

Ganizoda Khurshed Abduali

Candidate of biological sciences,
Associate professor, head of the research department
research institute off undamental medicine, TSMU name
after Abualiibn Sina

Azonov Dzhakhon Azonovich

Doctor of medical sciences, professor,
Senior research fellow, research institute of
Fundamental medicine, TSMU name
after Abuali ibn Sina

ANTIDIABETIC PROPERTIES OF COMBINED ADMINISTRATION OF FERAZON AND ESSENTIAL OILS IN ALLOXAN-INDUCED DIABETES

Анотация.

В статье представлены результаты антидиабетического влияния сочетанного введения феразона и эфиромасличного средства липовитол на фоне стрептозотоцинового диабета у белых крыс. Согласно полученным результатам исследований концентрация глюкозы состава крови контрольных стрептозотацин-индуцированных животных по сравнению с интактными сериями через 7 суток повышается в 2,2 раза через 15 суток в 2,56 раза и через 30 суток на 2,6% соответственно. В результате сочетанного введения феразон+липовитол (0,5 +0,02 г/кг) массы тела в течение одного месяца наблюдается достоверное ($P \leq 0,001$) снижение уровня глюкозы, гликированного гемоглобина и повышение концентрации гликогена. При сравнительном анализе установлено, что феразон в испытываемых дозах уступает по эффективности феразон+липовитолу и метформину, а метформин+ липовитол незначительно превосходит аналогичные действие метформина и феразон+ -липовитола.

Abstract.

The article presents the results of the antidiabetic effect of the combined administration of ferazone and the essential oil agent lipovitol against streptozotocin diabetes in white rats. According to the results of studies, the glucose concentration of the blood composition of control streptozotocin-induced animals compared to intact series after 7 days increases 2.2 times after 15 days 2.56 times and after 30 days 2.6% times, respectively. As a result of combined administration of ferazon+lipovitol (0.5 +0.02 g/kg) of body weight for one month, a significant ($P \leq 0.001$) decrease in glucose levels, glycated hemoglobin and an increase in glycogen concentration was observed. Comparative analysis showed that ferazone at the tested doses is inferior in efficacy to ferazone+lipovitol and metformin, and metformin+ lipovitol is slightly superior to the similar effect of metformin and ferazone+ -lipovitol.

Ключевые слова; диабет, стрептозотацин, гемоглабин, феразон, липовитол, толерантность, ауто-окисление, сочетанное, метформин.

Keywords; diabetes, streptozotocin, hemoglobin, ferazon, lipovitol, tolerance, auto-oxidation, concomitant, metformin.

Актуальность. Известно, что сахарный диабет (СД) является патологическим состоянием, при котором наблюдается длительное повышение уровня сахара в результате дефицита инсулина под воздействием различных факторов, способствующих нарушению углеводного, липидного, белкового, ферментного обмена, гомеостаза и инсулинорезистентности [3,8].

Согласно МДФ (Международной диабетической федерации) (The Internati- onal Diabetes

Federation, IDF), число больных с диагнозом СД среди взрослого населения (20-79 лет) в мире к 2030 г. составит 552 миллионов. [14] Установлено, что одним из главных факторов нарушений метаболизма при СД является окислительный стресс, способствующий повреждению различных органов и систем, в том числе нарушению структуры периферических сосудов, развитию гипоксических изменений, ринопатии микроангиопатии, нейродегене-

ративных изменений и ряда других тяжелых осложнений диабета, метаболического синдрома, инвалидности и смертности [3,13].

Строев Ю.И. и соавт.[2007] утверждают, что метаболический синдром характеризуется комплексом нарушений системной регуляции обмена (липидного, углеводного, белкового и т.д.) веществ, под влиянием внешних и внутренних факторов, которые способствуют нарушению регуляторных механизмов функции эндотелия, что в дальнейшем приводит к нарушению артериального давления. В основе данных процессов лежит снижение чувствительности тканей к инсулину - инсулинорезистентность (ИР) [7].

В настоящее время для коррекции МС, в том числе СД, в развитии которых важное значение отводится окислительному стрессу, активно назначают гипогликемические, антиоксидантные, антигипоксические, противовоспалительные и гиполипидемические средства природного и синтетического происхождения [4.9,12].

Установлено, что полисахаридсодержащие растения (топинамбур, цикорий, черника, солодка голая и др.) обладают антидиабетическими свойствами, а эфирные масла (гераниевое, лавровое, гвоздичное, липовитол, гераноретинол и др.) гепатозащитными, гиполипидемическими, противовоспалительными, антиоксидантными и антигипоксическими свойствами [1.2,6,8,9, 10,11,].

Наряду с этим установлено, что эфирные масла кориандра на фоне стрептозотоцинового диабета обладают антидиабетическими свойствами [10,11].

В связи с этим, нами была поставлена задача: изучить сочетанное влияние полисахаридсодержащего средства фаразона, эфиромасличного средства липовитола и антидиабетического средства метформина на некоторые аспекты биохимических изменений при стрептозотоциновом диабете у белых крыс.

Материал и методы. Влияние сочетанного введения фаразона и липовитола на тест толерантности к глюкозе изучали на 60 белых крысах массой 210-230 г. Прежде чем установить влияние сочетанного действия фаразона и эфирных масел было изучено их влияние на показатель теста толерантности к глюкозе.

Гипогликемические свойства исследуемых веществ на первом этапе изучали на фоне однократной сахарной нагрузки. Опыты проведены на 60 белых беспородных крысах массой 210-230г., голодавших в течение 18 часов без ограничения воды.

Животные были распределяли на 7 серий: 1 - контрольные животные, которым за 30 мин. до забора крови внутрибрюшинно вводили 20% раствор глюкозы в дозе 2 г/кг массы; 2, 3 группы животных, которым внутрижелудочно вводили феразон в дозах 0,35-0,5 г/кг; 4,5-животные, получавшие феразон+липовитол в дозе, 0,5+ 0,02, 6-7 групп животных, которым вводили метформин 0,05 г/кг и метформин+липовитол 0,05 + 0,02 г/кг массы за 30 мин. до внутрибрюшинного введения раствора глюкозы.

Для определения влияния испытуемого средства на тест толерантности к глюкозе концентрацию глюкозы в сыворотке крови определяли орто-толуидиновым методом натошак и после сахарной нагрузки через 15, 45 и 90 минут. Кровь для исследования в количестве 1,5-2 мл брали рассечением нижней десны крыс в асептических условиях. [5]

Концентрация глюкозы в крови определяли глюкооксидазным методом с помощью набора Фотоглюкоза (ООО «ИМПАКТ») Принцип метода основан на окислении β -D-глюкоз кислородом воздуха при каталитическом действии глюкооксидазы У всех животных до введения глюкозы и испытуемого средства и глюкозы изучали исходный уровень сахара. Содержание гликизированного гемоглобина в сыворотке крови определяли колориметрическим путем. Для этого брали цельную кровь с ЭДТА, путем рассечения десны животных.

Результаты исследования. Согласно данным, приведенным на рис. 1, после введения глюкозы уровень сахара крови контрольных белых крыс по сравнению с исходными показателями через 30 мин. повысился на 76,4%, через 60 мин. – на 121,5%, и через 120 мин сохранился на уровне 54,9%. Таким образом, максимальное повышение глюкозы в сыворотке крови наблюдалось через 60 мин., снижение через 120 минут.

В сериях, получивших феразон в дозе 0,5 г/кг массы тела через 30 минут после внутрибрюшинного введения раствора глюкозы отмечено, что уровень в составе сыворотки крови по сравнению с исходными данными сохранился в пределах 55,5%, через 60 минут на уровне 66,2%, а через 120 минут снизился до 25%, что по сравнению с контрольными сериями на 29,9% ниже, чем показатели контрольной серии. В сериях, получивших феразон+липовитол в дозе 0,5+0,02 г/кг массы тела, концентрация глюкозы в составе крови подопытных крыс через 30 мин. составляла 43,1%, через 60 минут - 47,0%, а через 120 минут - 27,4%, что по сравнению с контрольными на 49,6% ниже, что свидетельствует о гипогликемическом эффекте испытуемого средства.

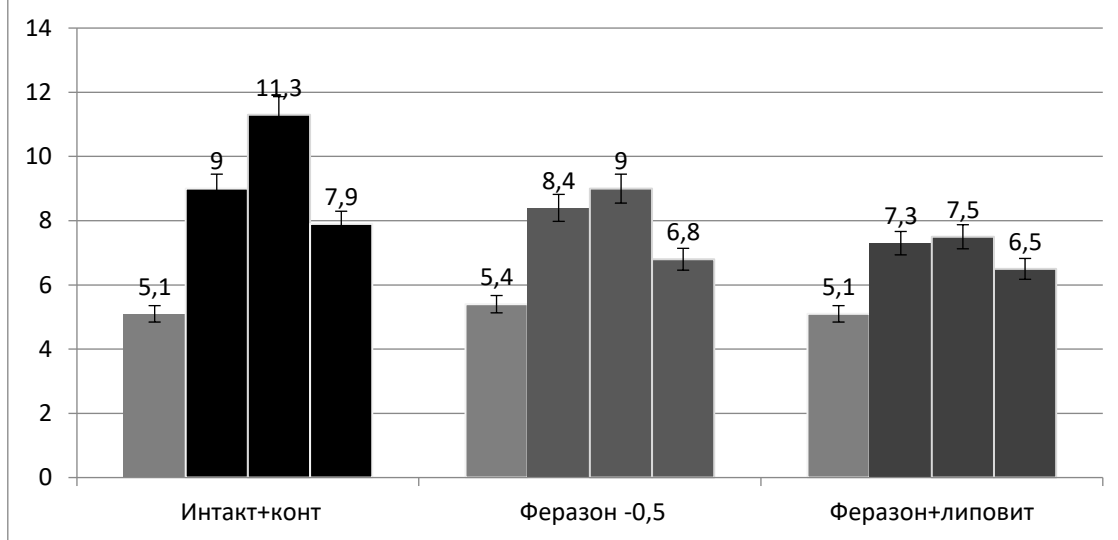


Рис 1. Показатели влияния сочетанного введения феразона и эфиромаслических средств на тест толерантности к глюкозе

Исходя из полученных результатов в дальнейшем гипогликемические свойства, липовитола изучали на предмет стрептозотоцинового диабета.

Установлено, что на фоне введения стрептозотоцина у экспериментальных животных наблюдается резкое повышение активности как первичных, так и вторичных продуктов перекисного окисления липидов в поджелудочной железе и печени. В результате чего, по всей вероятности, усиливается,

процесс окислительного стресса, что приводит к развитию гипергликемии, а также к аутоокислению избытка глюкозы [11].

Согласно результатам исследования (рис. 2), под влиянием стрептозотоцина у контрольных и подопытных животных развивался экспериментальный сахарный диабет, продолжительность которого наблюдали в течение 30 суток.

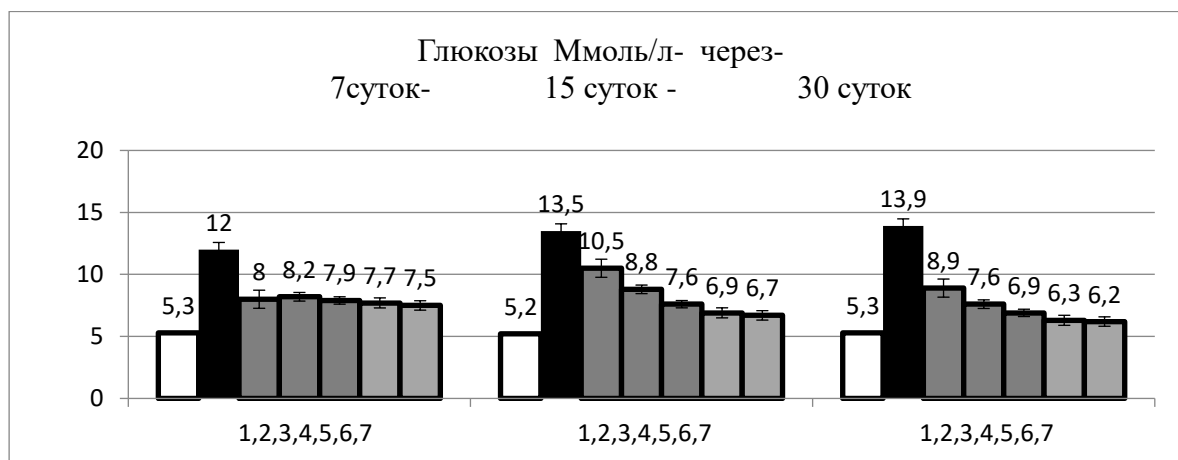


Рис. 2. Гипогликемические свойства феразона и феразон-липовитола на фоне стрептозотоцинового диабета. 1. Интакт. 2. контрольные, 3. феразон-0,35 г/кг, 4. феразон 0,5 г/кг.%, 5. феразон+ липовитол (0,5-0,02 г/кг) 6 Метформин 0,05 г/кг. 7 метформин +липовитол.

Согласно полученным результатам, концентрация глюкозы в составе крови контрольных стрептозотоцин индуцированных животных по сравнению с интактными сериями через 7 суток повышается в 2,2 раза, через 15 суток в 2,56 раза и через 30 суток в 2,6 раза соответственно.

При ежедневном внутривенном введении испытуемые средства оказали положительное лечебное воздействие на показатель сахара состава крови, концентрация которого в сериях, получавших феразон в дозах 0,35 и 0,5 г/кг массы, по сравнению с контрольными через 15 и 30 суток снижается на 22,2%, 35%, 35% 44,92% соответственно.

В сериях, леченных феразон+ липовитолом в дозах 0,5 и 0,02 г/кг массы, концентрация сахара крови по сравнению с контрольными животными в указанных сроках снижается на 43,7 и 50%.

В тоже время у крыс, получавших метформин в дозе 0,05 г/кг массы и метформин+ липовитол в дозах 0,05 и 0,02 г/кг массы, уровень сахара крови у подопытных животных снижается на 49%, 54,4%, 50,4% и 55% соответственно.

При сравнительном анализе установлено, что феразон в испытуемых дозах уступает по эффективности феразон+липовитолу и метформину, а

метформин+ липовитол незначительно превосходит аналогичные действие метформина и феразон+липовитола.

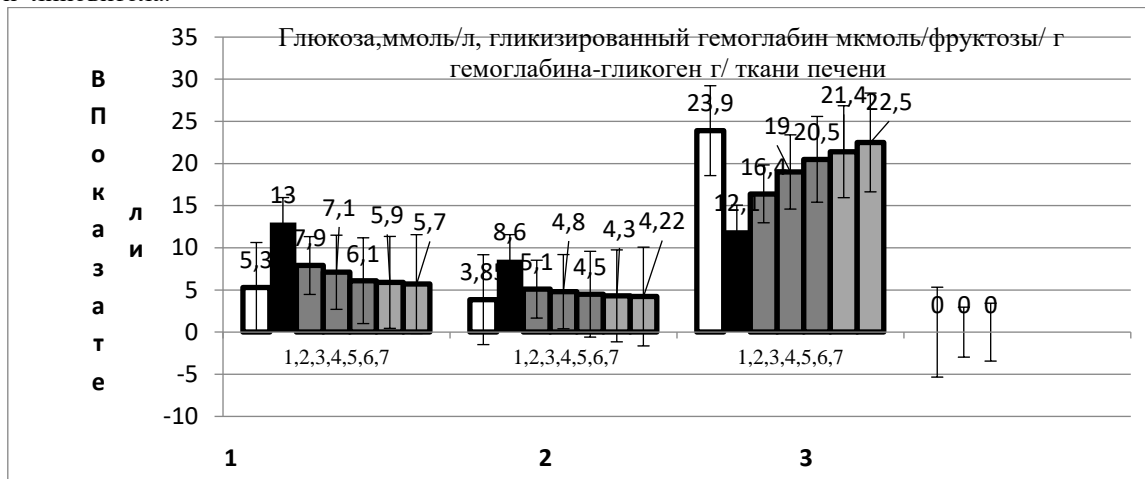


Рис.3 Влияние испытуемых средств на уровень сахара крови (1), гликизированный гемоглобин (2)

и гликоген (3) при месячном стрептозотоциновом диабете (1. Интактные 2. Контрольные, 3. Феразон 0,35 г/кг 4. Феразон 0,5 г/кг, 5. Феразон+липовитол (0,5+0,02 г/кг) 6. Метформин 0,05 г/кг 7 метформин+липовитол (0,05+0,02 г/кг).

Таким образом, установлено, что комбинированное применение эфирных масел совместно с полисахарид содержащим средством феразоном и антидиабетическим препаратом метформином улучшает гипогликемические и антидиабетические свойства последних.

Наряду с гипогликемическими свойствами нами было изучено влияние испытуемых средств на

показатель гликизированного гемоглобина. Как видно из представленных в (рис.3) данных, концентрация гликизированного гемоглобина в плазме крови контрольных животных по сравнению с интактными на 30 сутки эксперимента повышается в 2 раза, а в сериях, получавших испытуемые средства в указанных дозах, уровень гликизированного гемоглобина, в том числе феразона в дозе 0,5 г/кг массы, по сравнению с контрольными снижается на 44,2%, феразон 0,5 г/кг+липовитол 0,02 г/кг на 48%, метформин 0,05 г/кг на 48,8% и метформин+липовитол в указанных дозах на 50,9% ($P \leq 0,001$).

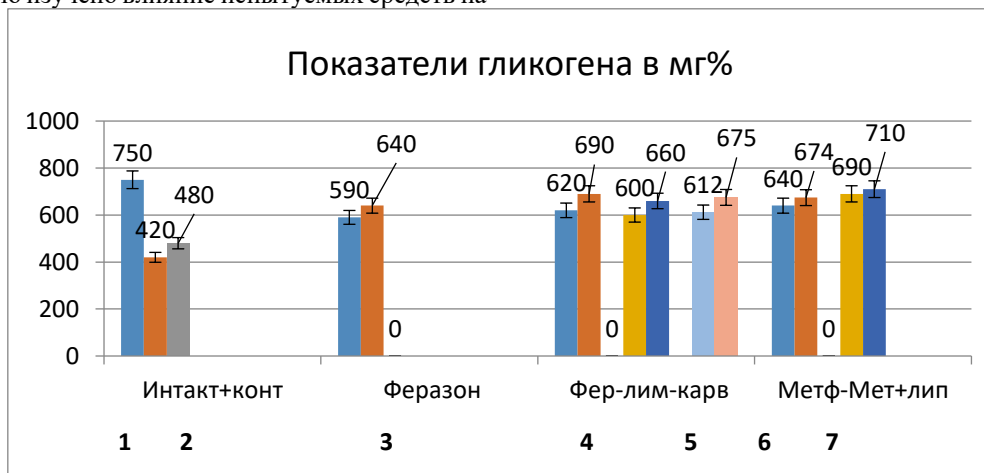


Рис.4. Влияние испытуемых средств на показатели гликогена при месячной стрептозотоциновом диабете 1-интактные 2. Контрольные, 3. Феразон 0,35 г/кг 4. Феразон 0,5 г/кг, 5. Феразон+липовитол (0,5+0,02 г/кг) 6. Метформин 0,05 г/кг 7 метформин+липовитол (0,05+0,02 г/кг).

Наряду с этим, значительные изменения наблюдаются в обмене гликогена состава ткани печени, уровень которого у контрольных крыс по сравнению с интактными достоверно ($P \leq 0,001$) снижается. При месячном внутрижелудочном введении испытуемые средства в указанных дозах улучшали данный показатель, нарушенный токсическим воздействием стрептозотина.

Концентрация гликогена в сериях, леченных феразоном в дозе 0,5 г/кг массы, по сравнению с

контрольными животными повышалась на 58%, феразон +липовитол на 70%, метформин на 78% и метформин+ липовитол на 87,5%.

Заключение .Таким образом, полученные результаты показали, что сочетанное применение полисахарид содержащей средство феразон с эфиромасличным средством липовитолом, а так же сочетанное введение метформина с липовитолом оказали положительное влияние на течение сахарного диабета и тем самым, улучшали показатели

гликизированного гемоглобина и гликогенообразующую функцию печени, что имеет огромное значение в патогенезе сахарного диабета.

Литература

1. Азонов Д.А. Влияние геранола на желчевыделительную функцию печени и активность АТФ-азных ферментов субклеточных структур гепатоцитов при токсическом гепатите / Д.А. Азонов, П.П. Денисенко // Проблемы гастроэнтерологии .- Душанбе—Москва.- 1996.-3-4.- С.41-45.
2. Азонов Д.А. Лечебные войства гераноретинола и эфирных масел (монография)/ Д.А. Азонов, А.К. Холов, Г.В. Разыкова// Душанбе.-изд-во «Матбуот».- 2011.- 132 с.
3. Аметов А.С. Окислительный стресс при сахарном диабете 2 типа и пути его коррекции/ А.С. Аметов., О.Л. Соловьева// Проблемы эндокринологии.-2011.-6.-С.52-56.
4. Бутарова С.А. Метаболический синдром: патогенез,, клиника, диагностика, подходы к лечению /С.А. Бутарова// РМЖ.-2001.-Т.9,№2.-С. 56-60
5. Горячева, М.А. Особенности проведения глюкозотолерантного теста у мелких лабораторных грызунов (мыши и крысы) / Горячева М.А., Макарова М.Н. // Международный вестник ветеринарии. - 2016. - №3. - С. 155-159.
6. Мещерякова В.А. К вопросу о применении топинамбура в диетотерапии больных сахарном диабете/В.А. Мещерякова,О.А. Плотникова, Х.Х. Шара- фетдинова и др.,//Известия вузов,пищевая технология.-2005.-№4.-С. 4-5
7. Строев Ю.И. Классические и современные представления о метаболическом синдроме. Часть 2. Патогенез/ Ю.И. Строев., М.В. Цой., Л.П. Чурилов т др.,//Вестник Санкт-Петербургского Университета.-2007.-Вып 4.-С. 3-13.
8. Шахсуфбекова О.М. Влияние густого экстракта клубней топинамбура Сарват на показатели маркеров цитолитического синдрома при экспериментальном аллоксановом диабете / О.М. Шахсуфбекова, Д.А. Азонов, Х.А. Ганиев и др., // Здравоохранения Таджикистана .-2017.- №1(332).-С. 49-53.
9. Da Fonsêca DV, da Silva Maia Bezerra Filho C, Lima TC, de Almeida RN, de Sousa DP. Anticonvulsant Essential Oils and Their Relationship with Oxidative Stress in Epilepsy. *Biomolecules*. 2019 Dec 6;9(12):835. doi: 10.3390/biom9120835. PMID: 31817682; PMCID: PMC6995584.
10. Hajlaoui H, Arraouadi S, Noumi E, Aouadi K, Adnan M, Khan MA, Kadri A, Snoussi M. Antimicrobial, Antioxidant, Anti-Acetylcholinesterase, Antidiabetic, and Pharmacokinetic Properties of *Carum carvi* L. and *Coriandrum sativum* L. Essential Oils Alone and in Combination. *Molecules*. 2021 Jun 13;26(12):3625. doi: 10.3390/molecules26123625. PMID: 34199316; PMCID: PMC8231812.
11. Eidi M, Eidi A, Saeidi A, Molanaei S, Sadeghipour A, Bahar M, Bahar K. Effect of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract on insulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats/M. Eidi , A.Eidi , A.Saeidi , S.Molanaei , A.Sadeghipour//. *Phytother Res*. 2009 Mar;23(3):404-6. doi: 10.1002/ptr.2642. PMID: 19003941.
12. Stoilova I. S.Chemical composition and antioxidant properties of juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil / Stoilova I. S., Wanner J., Jirovetz L., Trifonova D., Krastev L., Stoyanova A. S., Krastanov A. I. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2014. Vol. 20, № 2. Pp. 227-237.
13. Takada J. Neonatal streptozotocin-induced diabetes mellitus: a model of insulin resistanceassociated with loss of adipose mass/ J. Takada., M.A Machado.,S.B.Peres// *Metabolism*.-2007.-Vol.56(7).-P.977-84.
14. Whiting DR, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011 Dec;94(3):311-21. doi: 10.1016/j.diabetes.2011.10.029. Epub 2011 Nov 12. PMID: 22079683.

Азонов Джахон Азонович

доктор медицинских наук, профессор, главный научный консультант ГНИИ питания, ведущий научный сотрудник НИИ фундаментальной медицины, ГОУ Таджикского государственного медицинского университета им. Абуали ибни Сино

Холзода Абдухаким Кувват

кандидат биологических наук, соискатель докторант, старший научный сотрудник ГНИИ питания.

Холназар Баходур Махмадназар

доктор фармацевтических наук, доцент кафедры фармации и технологии лекарственных средств ГОУ Таджикского государственного медицинского университета им.

Абуали ибни Сино

Азонов Исфандиёр Джахонович

соискатель ГНИИ Питания Министерство промышленности и новые технологии Республики Таджикистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398120>

СПАЗМОЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ГЕРАНИ РОЗОВОЙ (PELLARGONIUM ROSEUM W.)

Azonov Jahon Azonovich,

doctor of medical sciences, professor, chief scientific advisor of the state Research Institute of Nutrition, Leading researcher of the research institute of fundamental medicine, state educational institution Tajik state medical University named after Avicenna;

Kholzoda Abdulkhakim Kuvvat,

candidate of biological sciences, PhD candidate, senior researcher of the state research Institute of Nutrition.

Kholnazar Bakhodur Mahmadvazar,

doctor of pharmaceutical sciences, associate professor of the Department of pharmacy and technology of medicines, state educational institution Tajik state medical University named after Avicenna;

Azonov Isfandiyor Jahonovich,

PhD candidate of the state research Institute of Nutrition; Ministry of Industry and new technologies of the Republic of Tajikistan

ANTISPASMODIC PROPERTIES OF ROSE GERANIUM ESSENTIAL OIL (PELLARGONIUM ROSEUM W.)

Анотация.

В работе представлены результаты спазмолитического свойства эфирного масла герани розовой (*Pellargonium roseum* W) на фоне спастического воздействия ацетилхолина и BaCl₂. Исследование проводилось на белых крысах и морских свинках. Проведенными исследованиями было установлено, что эфирное масло герани розовой в разведениях 1:100 000 достоверно устраняет спастический эффект ацетилхолина (1:250 000) и BaCl₂ (1:10 000) при внутривузырном и интродуктальном введения в разведения с раствором Тирроде. При сравнительном анализе установлено, что испытуемый препарат по эффективности не уступает папаверину хлористоводистому.

Abstract.

The paper presents the results of the antispasmodic property of rose geranium (*Pellargonium roseum* W) essential oil against the background of the spastic effect of acetylcholine and BaCl₂. The study was conducted on white rats and guinea pigs. The studies have established that rose geranium essential oil in dilutions of 1:100,000 reliably eliminates the spastic effect of acetylcholine (1:250,000) and BaCl₂ (1:10,000) when administered intravesically and intraductally in dilutions with Tyrrode's solution. A comparative analysis has established that the test agent is not inferior in effectiveness to papaveine chloride.

Ключевые слова: эфирное масло, ацетилхолин, BaCl₂, раствор Тирроде, желчный проток, интродуктальный, желчь, морские свинки, перфузат.

Key words: essential oil, acetylcholine, BaCl₂, Tyrrode's solution, bile duct, intraductal, bile, guinea pigs, perfusate.

Актуальность. Семейство гераниевые (Geraniaceae) является наиболее распространенным видом и насчитывается более 800 мире. В народной медицине, наиболее часто применялись следующие виды; герань луговая, лесная, болотная, красно-коричневая, ложно-сибирская, сибирская, тычинковая, сибирская, герань Роберта, герань холмовая и др. [1;6].

Так, впервые О.Н. Шишкин (1944) изучил противомикробные свойства гераниевого эфирного масла при инфицированных ранах и кожных гнойных процессах. Гераниевое масло в виде водных и масляных эмульсий оказывало заживляющий эффект при гнойных процессах кожи, не уступая известным лекарственным средствам, применяемые в современной хирургии. [12;16]

Наряду с этим, установлено, что эфирное масло *Pellargonium roseum* в

концентрации 250 мкл/мл подавляет рост стафилококков, стрептококков, кишечных бактерий, а в концентрации 400 мг/мл и микоплазмы пневмонии -формы, стрептококка штамм 406.[8]

Экспериментальными исследованиями наряду с другими эфирными маслами были установлены желчегонное, гепатопротекторное, гиполипидемическое, противовоспалительное, мембраностабилизирующее и антиоксидантное свойства эфирного масла герани розовой (геранола) и розового эфирного масла (розанола) на разных видах животных: белых крысах, морских свинок и кроликах [1,7,15].

Согласно исследованиями Азонова Д.А. (1986) гераниевое эфирное масло (геранол) и розовое эфирное масло (розанол) улучшают биоэнергетику печени и желчевыделительную систему, что было подтверждено в экспериментах на белых крысах, где указанные средства улучшали показатели Na. К и Mg- АФЗ-зы на уровни субклеточных структур гепатоцитов[1,2].

Наряду с этим, многочисленными авторами установлено, что эфирные масла такие как - лимонное, кориандровое, можжевельное, розовое, фенхеловое, феруловое, бархатцевое и др. также обладают гепатопротекторными, гиполипидемическими, противовоспалительными, антимикробными и бактерицидными свойствами [3,5; 10, 11, 16,].

Разыковой Г.В. (2012) были изучены гиполипидемические свойства гераноретинола (гераниевое эфирное масла в сочетании с ретинолом) на белых крысах и кроликах получавших атерогенную диету в течение 30 и 60 дней. Ею было установлено, что гераноретинол достоверно снижает концентрацию ОХС, ТГ, ЛПОНП, ЛПНП, КА и повышает показатели ЛПВП и ФЛ в плазме крови в группе леченных животных, по сравнению с контрольными животными [9].

В своих исследованиях Boukhris M. и соавт., (2012) установили, что *Pelargonium graveolens* L'Her на фоне аллоксанового диабета оказывает гипогликемическое и антиоксидантное действие[14].

Согласно исследованиям Hasan SK и соавт., (2015) и Algefare AI и соавт., (2024) один из наиболее важных компонентов состава гераниевого эфирного масла – гераниол, предотвращает гепатотоксичный эффект CCl_4 за счет восстановления маркеров статуса печени, активности антиоксидантных ферментов, MDA, цитокинов и апоптоза по сравнению с контрольной группой. По мнению указанных авторов в целом гераниол может устранить гепатотоксичность, вызванную CCl_4 , благодаря ингибированию оксидативного стресса печени, воспалительного процесса и апоптоза у крыс [15].

Исходя из этого, были изучены спазмолитические свойства эфирного масла герани розовой (гераниол) на морских свинках и белых крысах.

Цель исследования. Изучение спазмолитических свойств эфирного масла герани розовой на фоне спастического эффекта ацетилхолина и $BaCl_2$.

Материалы и методы исследования. Спазмолитические свойства эфирного масла герани розовой изучали на 42 морских свинках массой 360-450 г и 50 белых крысах массой 180-220 г. Всего было проведено 7 серий опытов по 6 свинок в каждой; и 5 серий опытов на белых крысах по 10 особей в каждой. Исследования проводились на базе вивария Института гастроэнтерологии АН Республики Таджикистан. Животные содержались в условиях вивария в соответствии с требованиями правил лабораторной практики, для осуществления доклинических исследований по ГОСТ №51000.3-96-51000.4-2008 с соблюдением Международных рекомендации Европейской конвенций по защите позвоночных животных, используемых при экспериментальных исследованиях.

Спазмолитические свойства испытуемого средства на морских свинках изучали по характеру влияния препарата на скорость отток перфузата (раствора Тирроде) из фистулированного желчного пузыря наружу через канюлированный желчный проток на фоне ацетилхолина (1:250 000) и $BaCl_2$. (1:10 000)

Спазмолитический активности испытуемых средств оценивали со спазмолитическим действием папаверина хлористоводистого, введенного в идентичных с гераниевым эфирным маслом разведенных с раствором Тирроде. О спазмолитических свойствах испытуемого средства судили по характеру влияния эфирного масла на скорости оттока перфузата (раствора Тирроде) из фистулированного желчного пузыря наружу через конюлированный желчный проток на фоне действия ацетилхолина и $BaCl_2$. На белых крысах данный эффект в связи с отсутствием желчного пузыря изучали интродуктальным методом, то есть, канюлированием желчного протока и об эффективности исследуемых средств судили по появлению первой капли желчи в конце канюли.

Результаты исследования. Как видно из представленной в таблице 1 при перфузии желчного пузыря морских свинок теплым раствором

Тирроде в среднем объем оттекающего наружу через канюлированный желчный проток перфузата составляет $0,63 \pm 0,25$ мл/мин. При перфузировании раствора ВаС1₂ в разведении 1:10000 количество оттекающего перфузата через канюли вставленный в желчный проток уменьшалось на 72,3%, добавления гераниевого масла в состав перфузируемого раствора совместно с ВаС12 почти полностью предупреждало бариевый спазм: под действием которого объем оттекающего перфузата восстанавливался до $0,6 \pm 0,35$ мл/мин.

Что составляет 95,2% по отношению к показателям интактной серии, принятых за 100%. Папаверин в разведениях 1:10000 на фоне действия ВаС12

повышал количество оттекающего перфузата в среднем до $0,62 \pm 0,24$ мл/мин, что составляет 98,4%.

Перфузия раствора ацетилхолина (1:250.000) через желчный пузырь уменьшала объем оттекающего перфузата в среднем до $0,11 \pm 0,01$ мл/мин против $0,63 \pm 0,025$ мл/мин у морских свинок, т.е. почти в 6 раз.

Совместная перфузия раствора эфирного масла розовой герани (1:100.000) с ацетилхолином восстанавливала объем оттекающего перфузата в среднем до $0,43 \pm 0,01$ мл/мин $P \leq 0,001$. Раствор папаверина в разведениях 1:10 000 на фоне действия ацетилхолина повышал количество оттекающего перфузата в среднем до $0,42 \pm 0,02$ мл/мин.

Таблица 1.

Сравнительное влияние эфирного масла герани розовой (геранола) и папаверина на спастический эффект ацетилхолина и ВаС1₂ у морских свинок

Серия опытов и наименование веществ, введенных внутрь желчного протока	Число животных в серии	Кол-во оттекающего перфузата в мл/мин	В %
1. Раствор Тирроде 0,05 мл	6	$0,63 \pm 0,025$	100%
2. ВаС12:10 000 ^x	6	$0,21 \pm 0,03$	33,3%
3. ВаС1 ₂ , 1:10 000+ эфирное масло 1:100.000	6	$0,6 \pm 0,035$	95,2%
4. ВаС12 1:10. 000+ папаверин 1:100.000	6	$0,62 \pm 0,025$	98,4%
5. Ацетилхолин 1:250.000	6	$0,11 \pm 0,01$	17,3%
6. Ацетилхолин 1:250.000+эфирное масло 1:100.000	6	$0,43 \pm 0,001$	63,1%
7. 6. Ацетилхолин 1:250.000+ папаверин 1:10.000	6	$0,4 \pm 0,02$	63,5%

Примечание: Все изучаемые и перфузируемые внутри желчного протока вещества растворились в свежем растворе Тирроде.

Таким образом, эксперименты, проведенные на морских свинках с фистулированным желчным пузырем и желчным протоком, убедительно доказывают наличие хорошо выраженного спазмолитического эффекта в компоненте действия эфирного масла герани розовой, не уступающего по активности известному препарату папаверину.

Для подтверждения полученных результатов исследования были продолжены на втором виде животных, белых крысах с фистулированием желчного протока.

Исследование проводилось интродуктальным методом, то есть перфузией исследуемых

средств в просвет канюли вставленный в общей желчный проток контрольных и подопытных крыс.

Спастическое действие ацетилхолина и ВаС1₂, а также спазмолитические свойства эфирного масла герани розовой и папаверина после интродуктального введения оценивались по скорости выделения первой порции желчи через наружный конец введенный в желчный проток канюли.

Как видно из представленной в таблице 2. после интродуктального введения раствора Тирроде первая порция желчи в наружной састи канюли в среднем появляется через $2,5 \pm 0,05$ минут.

Влияние эфирного масла герани розовой (геранол) и папаверина на спазмогенный эффект ацетилхолина и ВаС1₂ на белых крысах.

Серия опытов и наименование веществ, введенных внутрь желчного протока	Число животных в серии	Скорость проявления первой порции желчи в мин.
Раствор Тирроде 0,05 мл ^x	10	2,5±0,05
1. Ацетилхолин 1:250.000	10	30,0±0,3**
2. Ацетилхолин 1:250.000+ эфирное масло 1:100.000	10	7,0±0,06**
ВаС1 ₂ :10 000 ^x	10	27,0±0,7**
3. ВаС1 ₂ , 1:10 000+ эфирное масло 1:100.000	10	6,8±0,037**

Примечание x-Все испытуемые и перфузируемые внутри желчного протока вещества растворились в свежем растворе Тирроде.

Интродуктальное введение 0,05 мл раствора ацетилхолина в разведении 1:250.000 вызывало резкий спазм протока, который продолжался в среднем 30,0±0,3 мин.

Эфирное мало герани розовой (геранол) в разведениях 1:100 000, введенный интродуктально с ацетилхолином, статистически достоверно снимал спастическое действие ацетилхолина. После совместного введения эфирного масла герани розовой и ацетилхолина первая порция желчи в наружном конце канюли в среднем выделялась через 7,0±0,06 мин против 30,0±0,3 мин при интродуктальном введении ацетилхолина.

Аналогичные данные были получены после интродуктального введения ВаС1₂ на фоне спастического его влияния, время выделения первой порции желчи удлинялось в среднем до 27,0±0,7 мин. т.е. более чем в 10 раз по сравнению с показателем у интактных крыс. В тоже время интродуктальное введение гераниевого эфирного масла в разведениях 1:100 000 совместно с ВаС1₂ вызывало выраженное предупреждение спастического эффекта ВаС1₂, о чем свидетельствовало ускорение скорости выделения первой порции желчи в среднем до 6,8±0,37 мин против 27,0±0,7 мин от введения ВаС1₂.

Известно, что спастическое действие ВаС1₂ в отношении тонуса гладкой мускулатуры связано со способностью данного вещества вызывать непосредственное сокращение тонуса гладкой мускулатуры, т.е. является результатом проявления миолитического эффекта, а спастический действие ацетилхолина в отношении гладкой мускулатуры является результатом непосредственного возбуждения холинореактивных структур гладкомышечных органов[4].

Заключение. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что механизм спазмолитического эффекта испытуемого средства не связан с его влиянием на нервные механизмы, а является результатом прямого влияния на гладкомышечные элементы. Необходимо отметить, что отсутствие нейротропного и проявление активного миотропного эффекта эфирного масла герани розовой расширяет аспекты его применения при много-

численных воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта и ряда других органов, состоящих из гладкой мускулатуры.

Список литературы

1. Азонов Д.А. Фармакология геранол: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Л., 1987. – 16 с.
2. Азонов Д.А. Влияние геранол на желчевыделительную функцию печени и активность АТФ-азных ферментов субклеточных структур гепатоцитов при токсическом гепатите / Д.А. Азонов, П.П. Денисенко // Проблемы гастроэнтерологии. – Душанбе—Москва.- 1996.-3-4.- С.41-45.
3. Азонов И.Д. Влияние ферусинола на белково-липидное состояние печени при тетрахлорметановом гепатите у белых крыс./И.Д. Азонов, Б.М. Холназаров, Д.А. Азонов/ Наука и мир.-2024.-№ 7(131).- С.48-54.
4. Азонов И.Д. Влияние ферусинола на белково-липидное состояние печени при тетрахлорметановом гепатите у белых крыс./И.Д. Азонов, Б.М. Холназаров и др., / Наука и мир.-2024.-№ 7(131).- С.48-54.
5. Денисенко П.П. Роль холинореактивных систем в регуляторных процессах.-М.-:Медицина.- 1980.- с. 19-46.
6. Киров М.Розовое масло и жирозиталь / М. Киров, С. Ванков // МБИ. – София. –1988.-№3. – С. 3-8.
7. Кустова С.Д. Справочник по эфирным маслам.М.: –Пищевая промышленность.-1968.-С.%6-66.
8. Малеев А. Розанол / А. Малеев, С. Стоянов, Г. Нешев. – София, 1973. – С. 35-113.
9. Разыкова, Г. В. Влияние гераноретинола и эфирных масел на химический состав желчи при экспериментальной гиперхолестеринемии / Г. В. Разыкова, Д. А. Азонов // Здравоохранение Таджикистана. – 2011. - № 3. – С. 65 – 69.
10. Холов А.К., Эфиромасличные растения и эфирные масла - источники биологически активных веществ (обзор литературы)/ А.К. Холов., Д.А. Азонов// - Вестник Таджикского Национального Универ. Серия Естественных Наук 2014, 1-3 (134), 153-160.
11. Шарипов Х.С. Противовоспалительные свойства кориандрового и лимонного эфирных

масел при экспериментальных артритах / Х.С. Шарипов // Вестник Авиценны. - № 2. - С.147-152.

12. Шишкин О.И. Применение эфирных масел при лечении инфицированных ран / О.И. Шишкин // Хирургия. – 1974. – Вып.4. – С. 3-7.

13. Algefare AI, Alfwuaires M, Famurewa AC, Elsayy H, Sedky A. Geraniol prevents CCl₄-induced hepatotoxicity via suppression of hepatic oxidative stress, pro-inflammation and apoptosis in rats. *Toxicol Rep.* 2024 Jan 13;12:128-134. doi: 10.1016/j.toxrep.2024.01.007. PMID: 38304701; PMCID: PMC10831491

14. Boukhris M. Hypoglycemic and antioxidant effects of leaf essential oil of *Pelargonium graveolens* L'Hér. in alloxan induced diabetic rats / M. Boukhris, M. Bouaziz, I. Feki [et al] // *Lipids in Health and Disease.* -2012.- № 11:81. -P. 1 -10.

15. Hasan SK, Sultana S. Geraniol attenuates 2-acetylaminofluorene induced oxidative stress, inflammation and apoptosis in the liver of wistar rats. *Toxicol Mech Methods.* 2015;25(7):559-73. doi: 10.3109/15376516.2015.1070225. Epub 2015 Sep 12. PMID: 26364502.

16. Thanighaiarassu, R.R. Analysis On Chemical Composition Of Natural And Synthetic Essentials Oils Of *pelargonium Graveolens* (Geranium) By GC-MS And Their Antimicrobial Activity Against Human Pathogenic Bacteria And Fungi / R. R. Thanighaiarassu, B. Nambikkairaj, J. Varalakshmi, P. Sivamani, C. Kandeepan // *Int. J. Recent Sci. Res.* – 2014. – Т. 5 – № 11. – P. 2058–2063

Бабеня Г.О.*Кандидат медичних наук, старший науковий співробітник***Хромагіна Л.М.***Кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник**Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України», м. Одеса*<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398164>

БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ЗАПАЛЕННЯ, АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ТА ОРАЛЬНОГО ДИСБІОЗУ У ПАЦІЄНТІВ ПОХИЛОГО ВІКУ ЗА УМОВ КОМПЛЕКСНОЇ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ТЕРАПІЇ

Babenia H.O.*Candidate of Medical Sciences, Senior Research Fellow***Khromahina L.O.***Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow**State Establishment "Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Odesa*

BIOCHEMICAL MARKERS OF INFLAMMATION, ANTIOXIDANT DEFENSE, AND ORAL DYSBIOSIS IN ELDERLY PATIENTS UNDERGOING COMPLEX DENTAL THERAPY

Анотація

Метою дослідження було дослідити динаміку біохімічних маркерів запалення, антиоксидантного захисту та орального дисбіозу у ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов застосування лікувально-профілактичного комплексу у складі комплексної стоматологічної терапії. У дослідженні взяли участь 34 пацієнти похилого віку (60–75 років) із генералізованим пародонтитом I–II стадії. Пацієнти були розподілені на дві групи: основну (19 осіб), якій додатково до базової стоматологічної терапії призначали лікувально-профілактичний комплекс, та групу порівняння (15 осіб), яка отримувала лише базову терапію. У ротовій рідині визначали активність еластази, каталази, уреаз, лізоциму, вміст малонового діальдегіду (МДА), розраховували антиоксидантно-прооксидантний індекс (АПІ) та ступінь дисбіозу. Біохімічні дослідження проводили у динаміці: до лікування, через 3 та 6 місяців, 1 та 2 роки спостереження. У пацієнтів похилого віку до початку лікування встановлено підвищену активність маркерів запалення, активацію процесів перекисного окиснення ліпідів, зниження ефективності антиоксидантного захисту та виражені дисбіотичні зміни мікробіоценозу порожнини рота. Застосування лікувально-профілактичного комплексу сприяло достовірному зниженню активності еластази та рівня МДА, підвищенню активності каталази, збільшенню значення антиоксидантно-прооксидантного індексу, зниженню активності уреаз, підвищенню активності лізоциму та зменшенню ступеня орального дисбіозу у ротовій рідині пацієнтів основної групи. Позитивні зміни біохімічних показників зберігалися протягом усього періоду спостереження. Таким чином, було встановлено, що у пацієнтів похилого віку формуються комплексні порушення локального біохімічного гомеостазу порожнини рота, які характеризуються активацією запальних та окислювальних процесів і дисбіотичними змінами мікробіоценозу. Використання лікувально-профілактичного комплексу у складі комплексної стоматологічної терапії сприяє нормалізації антиоксидантно-прооксидантного балансу, покращенню стану місцевого антимікробного захисту та зменшенню проявів орального дисбіозу, що патогенетично обґрунтовує доцільність його застосування у пацієнтів похилого віку.

Abstract

The aim of the study was to investigate the dynamics of biochemical markers of inflammation, antioxidant defense, and oral dysbiosis in the oral fluid of elderly patients during the use of a therapeutic and preventive complex as part of comprehensive dental therapy. Methods. The study involved 34 elderly patients (60–75 years) with stage I–II generalized periodontitis. The patients were divided into two groups: the main group (19 individuals), which received a therapeutic and preventive complex in addition to basic dental therapy, and the comparison group (15 individuals), which received only basic therapy. The activity of elastase, catalase, urease, and lysozyme, as well as the level of malondialdehyde (MDA), were determined in oral fluid. The antioxidant–prooxidant index (API) and the degree of dysbiosis were calculated. Biochemical studies were carried out dynamically: before treatment and after 3 and 6 months, as well as after 1 and 2 years of observation. Scientific novelty. Before treatment, elderly patients demonstrated increased activity of inflammatory markers, activation of lipid peroxidation processes, reduced efficiency of antioxidant defense, and pronounced dysbiotic changes in the oral microbiocenosis. The use of the therapeutic and preventive complex resulted in a significant decrease in elastase activity and MDA levels, an increase in catalase activity, an increase in the antioxidant–prooxidant index, a decrease in urease activity, an increase in lysozyme activity, and a reduction in the degree of oral dysbiosis in the oral fluid of patients

in the main group. Positive changes in biochemical parameters persisted throughout the entire observation period. Conclusions. It was established that elderly patients develop complex disturbances of local biochemical homeostasis in the oral cavity characterized by activation of inflammatory and oxidative processes and dysbiotic changes in the oral microbiocenosis. The use of the therapeutic and preventive complex as part of comprehensive dental therapy contributes to the normalization of the antioxidant–prooxidant balance, improvement of local antimicrobial defense, and reduction of oral dysbiosis manifestations, which pathogenetically substantiates the feasibility of its use in elderly patients.

Ключові слова: пацієнти похилого віку, ротова рідина, біохімічні маркери, антиоксидантно-прооксидантна система, оральний дисбіоз; лікувально-профілактичний комплекс.

Keywords: elderly patients; oral fluid; biochemical markers; antioxidant–prooxidant system; oral dysbiosis; therapeutic and preventive complex.

Вступ.

Старіння організму супроводжується комплексом структурно-функціональних змін у тканинах порожнини рота, що створює передумови для підвищення поширеності та прогресування основних стоматологічних захворювань [1, 2]. У осіб похилого віку патологічні процеси у твердих тканинах зубів і тканинах пародонта нерідко мають поєднаний характер, характеризуються більш тривалим перебігом та схильністю до прогресування дистрофічно-запальних змін. Значну роль у розвитку та перебігу стоматологічної патології у цієї категорії пацієнтів відіграють вікові метаболічні порушення, зниження адаптаційних можливостей організму та зміни локальних механізмів захисту порожнини рота [3–5].

У зв'язку з цим особливого значення набуває дослідження біохімічних показників ротової рідини як інформативного біологічного середовища, що відображає стан локального гомеостазу порожнини рота та дозволяє більш повно охарактеризувати патогенетичні механізми розвитку стоматологічної патології у похилому віці, а також оцінити ефективність лікувально-профілактичних заходів [6, 7].

У пацієнтів похилого віку поєднання множинного карієсу та захворювань пародонта нерідко розвивається на тлі соматичної патології та супроводжується порушеннями локального метаболізму, мікробіоценозу й імунологічної реактивності порожнини рота [8, 9].

У зв'язку з цим, актуальним є вивчення динаміки біохімічних маркерів ротової рідини у процесі комплексної стоматологічної терапії, спрямованої на зниження активності запалення, нормалізацію антиоксидантного балансу та відновлення мікробіологічної рівноваги порожнини рота пацієнтів похилого віку.

Мета дослідження. Дослідити динаміку біохімічних маркерів запалення, антиоксидантного захисту та орального дисбіозу у ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов застосування запропонованого супортивного комплексу засобів.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили відповідно до принципів біоетики та Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації. Усі пацієнти були поінформовані про мету та умови дослідження і надали добровільну письмову інформовану згоду на участь.

Дослідження проведені на базі клінічних відділень та лабораторії біохімії Державної установи «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України» (м.

Одеса) в рамках виконання державної науково-дослідної роботи: «Удосконалення надання стоматологічної допомоги особам похилого віку в умовах воєнного часу» (шифр НАМН 115.24, ДР № 0123U103245).

Критерії включення: вік пацієнтів 60–75 років; наявність стоматологічної патології, зокрема генералізованого пародонтиту (ГП) I-II стадії (ступінь А або В); наявність власних зубів та можливість проведення клінічного стоматологічного обстеження; відсутність протипоказань до проведення базового стоматологічного лікування та застосування лікувально-профілактичного комплексу (ЛПК); добровільна інформована згода пацієнтів на участь у дослідженні.

Критерії виключення: гострі запальні захворювання порожнини рота або загострення хронічних соматичних захворювань; тяжкі декомпенсовані соматичні захворювання; прийом препаратів, що можуть суттєво впливати на показники ліпідного обміну; відмова пацієнта від участі у дослідженні або недотримання рекомендованого режиму лікування.

У дослідженні взяли участь 34 особи похилого віку (60–75 років за рекомендаціями ВООЗ). Середній вік пацієнтів становив $66,2 \pm 9,2$ років.

За статевим складом пацієнти розподілялися таким чином: 10 чоловіків (29,4 %) та 24 жінки (70,6 %).

У дослідження були включені пацієнти з генералізованим пародонтитом (ГП), стадія I-II, II, з яких 7 осіб (20,6 %) мали ступінь В, 27 осіб (79,4 %) – ступінь А. Діагноз встановлювали за класифікацією захворювань тканин пародонта та періімплантних тканин (EFP & AAP World Workshop, 2017).

Середнє значення індексу КПВ у всіх обстежених пацієнтів становило $16,65 \pm 3,06$; Me (Q1–Q3) = 16 (14–19); min–max = 11–24; n = 34.

В залежності від призначеного лікування відібрані особи були розподілені на 2 групи: основну (19 осіб) та групу порівняння (15 осіб).

У групі порівняння було 5 чоловіків (33,3 %) та 10 жінок (66,7 %), в основній – 5 чоловіків (26,3 %) та 14 жінок (73,7 %).

Що стосується стану тканин пародонту, то група порівняння була представлена 4 пацієнтами (26,7 %) з ГП ступеня В та 11 пацієнтами (73,3 %) з ГП ступеня А. Основна група – 3 пацієнта (15,8 %) з ГП ступеня В та 16 пацієнтів (84,2 %) з ГП ступеня А.

Індекс КПВ у пацієнтів основної групи становив $16,00 \pm 2,96$ (Me 15; Q1–Q3: 14–19; min–max:

11–21; n=19), у групі порівняння – $17,47 \pm 3,10$ (Me 16; Q1–Q3: 15–19; min–max: 14–24; n=15).

Отримані демографічні та клінічні характеристики свідчать про зіставність сформованих груп за статевим складом, віком та основними клінічними показниками стану тканин пародонта і твердих тканин зубів, що дозволяє вважати їх репрезентативними та придатними для подальшого порівняльного аналізу ефективності проведеного лікування.

Пацієнтам групи порівняння після планового звернення проводилася тільки базова терапія (санація порожнини рота, професійна гігієна порожнини рота). Пацієнтам основної групи додатково до базової терапії (після консультації із сімейними лікарями) призначали лікувально-профілактичний комплекс (ЛПК), до складу якого входили системні та місцеві засоби, спрямовані на корекцію метаболічних, судинних, оксидативних та мікробіологічних порушень у тканинах порожнини рота, характерних для осіб похилого віку [10].

Системний блок включав пробіотичний препарат Опефера, L-глутамін, поліненасичені жирні кислоти Омега-3 (ЕРА+ДНА), магній, коензим Q10 (убіхінол), ресвератрол та полівітамінно-мінеральний комплекс «Алфавіт 50+» (застосування системного блоку було рекомендовано двічі на рік протягом місяця або за інструкцією виробника засобу). До складу місцевого блоку входили засоби для корекції ксеростомії (Dentaid Xeros) (постійно), засоби антиоксидантної та репаративної дії (VITIS Antiage, Квартгіал) (постійно), аплікації гелю з мумію (за показаннями), антисептичний розчин хлоргексидину 0,05 % (протягом 7-14 днів після проведення базової терапії або за показаннями), а також ремінералізуючі засоби на основі фторидів (постійно).

Для оцінки впливу запропонованого ЛПК на показники мінерального обміну проводили біохімічні дослідження ротової рідини пацієнтів у найближчі та віддалені терміни спостереження (через 3, 6 місяців, 1 та 2 роки).

Для отримання ротової рідини використовували центрифужні пробірки, які поміщали в стакан із льодом. Збір нестимульованої ротової рідини здійснювали вранці, натщесерце після попереднього полоскання ротової порожнини водою, без проведення ранкової гігієни. Через 3 хвилини після полоскання ротової порожнини водою пацієнти здійснювали спльовування ротової рідини у пробірці через лійку протягом 5-10 хв., після центрифугування (2500 об/хв, 20 хв. + 4 °С) відбирали надосадову рідину в чисті стерильні пеніцилінові флакони та використовували для визначення біохімічних маркерів.

Біохімічний аналіз ротової рідини пацієнтів включав визначення показника переокисного окиснення ліпідів (вміст МДА), показників антиоксидантного захисту ротової порожнини (активність каталази), маркеру запалення (активність еластази), показника бактеріальної контамінації (активність уреаз), показника антимікробного захисту ротової порожнини (активність лізоциму) [11].

За співвідношенням активності каталази та вмісту МДА розраховували антиоксидантно-прооксидантний індекс (індекс АПІ). За співвідношенням відносних активностей уреаз та лізоциму визначали ступень дисбіозу (СД) [11].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили із використанням стандартних методів варіаційної статистики. Дані представлено у вигляді середнього значення та стандартної похибки середнього ($M \pm m$). Для оцінки достовірності відмінностей між показниками в динаміці спостереження використовували параметричний t-критерій Стьюдента. Рівень статистичної значущості приймали при $p < 0,05$ [12].

Результати дослідження та їх обговорення. У табл. 1 наведені результати визначення маркера запальної реакції – активності еластази у ротовій рідині пацієнтів похилого віку на різних етапах лікування.

Таблиця 1

Динаміка зміни активності еластази у ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов комплексної стоматологічної терапії

Терміни	Активність еластази, мк-кат/л	
	Група порівняння	Основна група
Вихідний стан	$1,13 \pm 0,09$	$1,45 \pm 0,08$ $p_1 < 0,02$
Через 3 місяці спостережень	$0,92 \pm 0,06$ $p > 0,1$	$0,76 \pm 0,05$ $p < 0,001$ $p_1 < 0,05$
Через 6 місяців спостережень	$1,05 \pm 0,07$ $p > 0,4$	$0,60 \pm 0,04$ $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 1 рік спостережень	$1,23 \pm 0,08$ $p > 0,4$	$0,35 \pm 0,03$ $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 2 роки спостережень	$1,34 \pm 0,09$ $p > 0,4$	$0,43 \pm 0,02$ $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$

Примітка. p – достовірність відмінностей від вихідного рівня, p_1 – достовірність відмінностей між показниками у групах.

До початку лікування в обох досліджуваних групах спостерігався підвищений рівень активності еластази, що свідчить про наявність виражених запальних процесів у тканинах порожнини рота у пацієнтів із множинним карієсом та пародонтитом. При цьому вихідний показник у пацієнтів основної групи був достовірно вищим, ніж у групі порівняння ($p_1 < 0,02$).

Через 3 місяці після проведення лікувально-профілактичних заходів у пацієнтів основної групи відзначали суттєве зниження активності еластази на 47,5 % відносно вихідного рівня ($p < 0,001$). У той же час у групі порівняння, де застосовували лише базову стоматологічну терапію, зменшення цього показника становило лише 18,4 % і не досягло статистичної достовірності ($p > 0,1$).

У подальшій динаміці спостережень у пацієнтів основної групи при регулярному застосуванні лікувально-профілактичного комплексу відзначали подальше достовірне зниження активності еластази: через 6 місяців – у 2,4 рази, через 1 рік – у 4,14

рази та через 2 роки – у 3,22 рази порівняно з вихідними значеннями ($p < 0,001$).

Натомість у пацієнтів групи порівняння, які отримували лише базову терапію, у віддалені терміни спостереження (6 місяців – 2 роки) відзначалася тенденція до підвищення активності еластази, причому через 1 та 2 роки цей показник перевищував вихідний рівень.

Слід відзначити, що протягом усього періоду спостереження активність еластази у ротовій рідині пацієнтів основної групи була достовірно нижчою порівняно з відповідними показниками групи порівняння, що свідчить про виражений протизапальний ефект застосованого лікувально-профілактичного комплексу.

На наступному етапі дослідження у ротовій рідині пацієнтів визначали показники антиоксидантно-прооксидантної системи: вміст МДА як маркера інтенсивності перекисного окиснення ліпідів та активність каталази, що характеризує стан антиоксидантного захисту (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка змін показників антиоксидантно-прооксидантної системи в ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов комплексної стоматологічної терапії

Терміни	Вміст МДА, ммоль/л		Активність каталази, мкат/л		Індекс АПІ, ум.од	
	Група порівняння	Основна група	Група порівняння	Основна група	Група порівняння	Основна група
Вихідний стан	0,49 ± 0,02	0,44 ± 0,02 $p_1 > 0,1$	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01 $p_1 > 0,2$	3,87 ± 0,18	3,86 ± 0,21 $p_1 > 0,7$
Через 3 місяці	0,39 ± 0,02 $p < 0,002$	0,22 ± 0,01 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	0,23 ± 0,02 $p > 0,1$	0,24 ± 0,01 $p < 0,001$ $p_1 > 0,8$	5,89 ± 0,25 $p < 0,001$	10,9 ± 0,92 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 6 місяців	0,42 ± 0,03 $p > 0,1$	0,26 ± 0,02 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	0,19 ± 0,01 $p > 0,8$	0,22 ± 0,01 $p < 0,002$ $p_1 > 0,8$	4,52 ± 0,32 $p > 0,1$	8,46 ± 0,51 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 1 рік	0,48 ± 0,03 $p > 0,8$	0,17 ± 0,01 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	0,21 ± 0,02 $p > 0,6$	0,31 ± 0,02 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	4,37 ± 0,24 $p > 0,1$	14,70 ± 0,83 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 2 роки	0,46 ± 0,02 $p > 0,8$	0,20 ± 0,01 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	0,16 ± 0,01 $p < 0,05$	0,25 ± 0,01 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	3,47 ± 0,15 $p > 0,1$	15,5 ± 1,0 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$

Примітка. p – достовірність відмінностей від вихідного рівня, p_1 – достовірність відмінностей між показниками у групах.

Як свідчать наведені у табл. 2 дані, у вихідному стані в обох досліджуваних групах реєстрували підвищені значення МДА, що вказує на активацію процесів оксидативного стресу у пацієнтів похилого віку. Водночас між групами статистично значущих відмінностей за цим показником не виявлено ($p_1 > 0,1$).

Через 3 місяці після проведення лікувально-профілактичних заходів у пацієнтів основної групи відзначали суттєве зниження рівня МДА (у 2,0 рази, $p < 0,001$), тоді як у групі порівняння цей показник зменшився лише у 1,25 рази. Надалі у пацієнтів основної групи спостерігалася стабільне зниження рівня МДА: через 6 місяців – на 40,9 %, через 1 рік – на 61,3 %, через 2 роки – на 54,5 % відносно вихідного рівня ($p < 0,001$). При цьому вміст МДА у ротовій рідині пацієнтів основної

групи протягом усього періоду спостереження залишався достовірно нижчим, ніж у групі порівняння.

Аналіз активності каталази показав, що після проведення лікування в обох групах відзначалося підвищення активності цього ферменту, що свідчить про активацію антиоксидантних механізмів захисту. Через 3 місяці після лікування активність каталази у групі порівняння зросла на 21,05 %, а в основній групі – на 26,3 % відносно вихідних показників.

У подальші терміни спостереження у пацієнтів основної групи, які додатково застосовували запропонований комплекс засобів, активність каталази залишалася на підвищеному рівні. Через 1 рік після лікування цей показник перевищував вихідні значення на 82,3 %, а через 2 роки – на 47,1 % ($p <$

0,001). Натомість у пацієнтів групи порівняння у віддалені терміни спостереження активність каталази практично не відрізнялася від вихідного рівня, а через 2 роки була навіть нижчою на 15,7 % ($p < 0,05$).

Для інтегральної оцінки співвідношення прооксидантних та антиоксидантних процесів розраховували індекс АПІ, який відображає баланс між інтенсивністю процесів перекисного окиснення та активністю антиоксидантної системи ротової порожнини. Аналіз отриманих даних показав, що у вихідному стані значення АПІ в обох досліджуваних групах були практично однаковими, що свідчить про порушення антиоксидантно-прооксидантної рівноваги у обстежених пацієнтів (табл. 2).

Через 3 місяці після проведення лікування у пацієнтів основної групи відзначалося суттєве підвищення значення АПІ, яке перевищувало вихідний рівень у 2,8 рази, тоді як у групі порівняння цей

показник зростав лише у 1,5 рази. У подальші терміни спостереження у пацієнтів основної групи зберігалася тенденція до підвищення АПІ: через 6 місяців показник збільшувався у 2,2 рази, через 1 рік – у 3,8 рази, а через 2 роки – у 4,0 рази відносно вихідних значень ($p < 0,001$).

Натомість у пацієнтів групи порівняння у віддалені терміни спостереження значення АПІ поступово знижувалося та на завершальному етапі дослідження було нижчим за вихідний рівень, що свідчить про збереження порушень антиоксидантного балансу.

Поряд із порушенням антиоксидантного балансу важливу роль у розвитку патологічних процесів у тканинах порожнини рота відіграють зміни системи місцевого антимікробного захисту та мікробного обсіменіння. У зв'язку з цим, на наступному етапі дослідження у ротовій рідині пацієнтів похилого віку визначали активність уреаз та лізоциму (табл. 3).

Таблиця 3

Зміни стану антимікробного захисту та бактеріальної контамінації в ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов комплексної стоматологічної терапії

Терміни	Активність уреаз, мк-кат/л		Активність лізоциму, од/л	
	Група порівняння	Основна група	Група порівняння	Основна група
Вихідний стан	0,340 ± 0,016	0,327 ± 0,015 $p_1 > 0,5$	52 ± 3	58 ± 3 $p_1 > 0,4$
Через 3 місяці	0,192 ± 0,010 $p < 0,001$	0,125 ± 0,010 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	78 ± 5 $p < 0,001$	97 ± 6 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 6 місяців	0,232 ± 0,018 $p < 0,001$	0,148 ± 0,010 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	67 ± 5 $p < 0,001$	93 ± 5 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 1 рік	0,290 ± 0,015 $p < 0,05$	0,090 ± 0,006 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	63 ± 5 $p > 0,5$	143 ± 9 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 2 роки	0,362 ± 0,020 $p > 0,4$	0,127 ± 0,009 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$	48 ± 2 $p > 0,3$	128 ± 7 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$

Примітка. p – достовірність відмінностей від вихідного рівня, p_1 – достовірність відмінностей між показниками у групах.

Лізоцим є одним із важливих факторів неспецифічного антимікробного захисту, тоді як уреаз розглядається як маркер мікробного обсіменіння ротової порожнини. У вихідному стані в обох досліджуваних групах реєстрували підвищену активність уреаз, що свідчить про значний рівень мікробної контамінації та зниження ефективності захисних механізмів порожнини рота у пацієнтів похилого віку.

Через 3 місяці після проведення лікувальних заходів у пацієнтів обох груп спостерігалася достовірне зниження активності уреаз: у групі порівняння – на 43,5 %, а в основній групі – на 61,7 % відносно вихідних значень ($p < 0,001$). Надалі у пацієнтів основної групи, які отримували лікувально-профілактичний комплекс, відзначали більш виражене та стійке зниження активності цього ферменту: через 6 місяців – на 54,7 %, через 1 рік – на 72,4

%, через 2 роки – на 61,1 % відносно вихідного рівня. У пацієнтів групи порівняння у віддалені терміни спостереження зниження активності уреаз було менш вираженим і з часом втрачало стабільність.

Аналіз активності лізоциму показав, що після проведення лікування в обох групах відзначалося підвищення цього показника, що свідчить про активацію місцевих механізмів антимікробного захисту. У пацієнтів основної групи під впливом комплексу засобів підвищення активності лізоциму було більш вираженим і зберігалася протягом усього періоду спостереження. Зокрема, через 1 рік активність лізоциму перевищувала вихідний рівень в 2,5 рази, а через 2 роки – в 2 рази ($p < 0,001$). У групі порівняння підвищення цього показника було менш вираженим і поступово зменшувалося у віддалені терміни спостереження.

Для інтегральної оцінки стану мікробіоценозу порожнини рота визначали ступінь дисбіозу (СД),

який дозволяє оцінити баланс між мікробним обсі- менінням ротової порожнини та ефективністю міс- цевих механізмів антимікробного захисту (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка змін ступеня дисбіозу в ротовій рідині пацієнтів похилого віку за умов комплексної сто- матологічної терапії

Терміни	Ступень дисбіозу, ум. од.	
	Група порівняння	Основна група
Вихідний стан	12,69 ± 0,92	10,96 ± 0,86 $p_1 > 0,2$
Через 3 місяці	4,76 ± 0,28 $p < 0,001$	2,50 ± 0,18 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 6 місяців	6,72 ± 0,31 $p < 0,001$	4,28 ± 0,21 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 1 рік	8,95 ± 0,36 $p < 0,002$	1,22 ± 0,09 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$
Через 2 роки	14,68 ± 1,10 $p > 0,1$	1,92 ± 0,14 $p < 0,001$ $p_1 < 0,001$

Примітка. p – достовірність відмінностей від вихідного рівня, p_1 – достовірність відмінностей між по- казниками у групах.

Аналіз отриманих даних показав, що у вихід- ному стані у пацієнтів похилого віку зі стоматоло- гічною патологією ступінь дисбіозу був значно під- вищеним та перевищував фізіологічний рівень майже у 12 разів, що свідчить про виражені пору- шення мікробіологічної рівноваги порожнини рота.

Через 3 місяці після проведення лікування у пацієнтів основної групи спостерігалось суттєве зниження ступеня дисбіозу (більш ніж у 4 рази від- носно вихідного рівня), тоді як у групі порівняння цей показник зменшувався лише у 2,6 рази. У подальшій динаміці спостережень у пацієнтів основної групи зберігалась виражена тенденція до нормалі- зації мікробіоценозу: через 6 місяців СД зменшу- ється у 2,5 рази, через 1 рік – у 8,9 рази, а через 2 роки – у 5,7 рази порівняно з вихідними значеннями ($p < 0,001$).

Натомість у пацієнтів групи порівняння у від- далені терміни спостереження позитивна динаміка була менш вираженою. Через 6 місяців СД знижу- ється у 1,8 рази, через 1 рік – у 1,4 рази, а через 2 роки цей показник навіть перевищував вихідні зна- чення.

Таким чином, результати проведеного дослі- дження свідчать, що застосування лікувально-про- філактичного комплексу у пацієнтів похилого віку з множинним карієсом та пародонтитом супро- воджується вираженими позитивними змінами біохі- мічних показників ротової рідини. Це проявляється зниженням активності маркера запалення – елас- тази, зменшенням інтенсивності процесів перекис- ного окиснення ліпідів (за рівнем МДА), підвищен- ням активності антиоксидантного ферменту ката- лази та зростанням антиоксидантно- прооксидантного індексу. Одночасно відзначається покращення стану місцевого антимікробного захи- сту порожнини рота, що характеризується знижен-

ням активності уреаз, підвищенням активності лі- зоциму та суттєвим зменшенням ступеня орального дисбіозу. Сукупність отриманих змін свідчить про нормалізацію показників локального гомеостазу порожнини рота та підтверджує ефективність за- стосованого лікувально-профілактичного компле- ксу у пацієнтів основної групи.

Висновки. 1. Встановлено, що у пацієнтів по- хилого віку формуються комплексні порушення ло- кального біохімічного гомеостазу порожнини рота, які характеризуються підвищенням активності мар- керів запалення, активацією процесів перекисного окиснення ліпідів, зниженням ефективності антио- ксидантного захисту та дисбіотичними змінами мі- кробіоценозу ротової порожнини.

2. Показано, що включення запропонованого супортивного лікувально-профілактичного ком- плексу до складу комплексної стоматологічної те- рапії у пацієнтів похилого віку сприяє відновленню антиоксидантно-прооксидантної рівноваги у рото- вій порожнині, що проявляється зниженням інтен- сивності перекисного окиснення ліпідів, підвищен- ням активності антиоксидантних ферментів та зро- станням індексу АПІ, а також сприяє нормалізації мікробіоценозу порожнини рота та підвищенню ефективності місцевих механізмів неспецифічного антимікробного захисту, що проявляється знижен- ням активності уреаз, підвищенням активності лі- зоциму та зменшенням ступеня орального дисбіозу у пацієнтів основної групи.

3. Сукупність встановлених змін біохімічних показників ротової рідини свідчить про патогенети- чно обґрунтований вплив розробленого лікувально- профілактичного комплексу на основні механізми розвитку стоматологічної патології у пацієнтів по- хилого віку. Отримані результати дозволяють реко- мендувати застосування запропонованого супорти-

вного комплексу засобів для корекції порушень локального гомеостазу порожнини рота у пацієнтів похилого віку.

Список використаної літератури:

1. Di Spirito F. Oral and Systemic Health in the Elderly. *Appl. Sci.* 2022;12:11718. DOI: 10.3390/app122211718.
2. Virvescu D., Fratila D.N. Physiological and pathological aspects of the aging process. *Medicine and Materials.* 2022;2(1):39-44. DOI: 10.36868/MEDMATER.2022.02.01.039.
3. LeNoir J. Lenoir L., Khocht A. A Comparison of Periodontal Health in Elderly Individuals with and Without Metabolic Syndrome: A Retrospective Study. *Medicina.* 2025. № 61. P. 2200. DOI: 10.3390/medicina61122200.
4. De Almeida Lança M.L., Bagatini A.T., Moradin Ferrisse T., Fernandes D., de Oliveira Barbeiro C., Sgavioli Massucato E.M., Vilela Silva E., Navarro C.M., Albergoni Silveira H., Bufalino A. Clinical profile of oral mucosa lesions in elderly patients: a 20-year retrospective study. *Rev. Estomatol.* 2023;31(1):e12400. DOI: 10.25100/re.v31i1.12400.
5. Martínez-García M., Hernández-Lemus E. Periodontal Inflammation and Systemic Diseases: An Overview. *Front. Physiol.* 2021;12:709438. DOI: 10.3389/fphys.2021.709438.
6. Radu C.M., Radu C.C., Zaha D.C. Salivary and Microbiome Biomarkers in Periodontitis: Advances in Diagnosis and Therapy-A Narrative Review. *Medicina*

(Kaunas). 2025;61(10):1818. DOI: 10.3390/medicina61101818.

7. Yaghmoor W.E. Salivary Biomarkers for Early Detection of Periodontal Diseases: A Systematic Review. *J Contemp Dent Pract.* 2025;26(11):1115–1124. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-3975.

8. Shinde D.B., Mahore J.G., Giram P.S., Singh S.L., Sharda A., Choyan D., Musale S. Microbiota of Saliva: A Non-invasive Diagnostic Tool. *Indian J Microbiol.* 2024;64(2):328-342. DOI: 10.1007/s12088-024-01219-4.

9. Poulidou C., Piperi C. Advances of Oxidative Stress Impact in Periodontitis: Biomarkers and Effective Targeting Options. *Current Medicinal Chemistry.* 2024;31(38):6187-6203. doi: 10.2174/0109298673297545240507091410.

10. Lipsky M.S., Singh T., Zakeri G., Hung M. Oral Health and Older Adults: A Narrative Review. *Dentistry Journal.* 2024;12(2):30. <https://doi.org/10.3390/dj12020030>.

11. Левицький А.П., Деньга О.В., Макаренко О.А. Біохімічні маркери запалення тканин ротової порожнини: методичні рекомендації. Одеса: КП ОГТ, 2010, 16 с.

12. Голованова І.А., Белікова І.В., Ляхова Н.О. Основи медичної статистики : навч. посібник для аспірантів та клінічних ординаторів. Полтава, 2017. 113 с. <https://repository.pdmu.edu.ua/items/3d7e3785-6ead-44d3-9023-e4aae2b28c0c>.

Сащук Уляна Юрївна

Студентка 6 курсу

Шкварчук Валерія Валеріївна

Студентка 6 курсу

Трофімова Юлія Олександрівна

Студентка 6 курсу

Телекі Яна Михайлівна

Доцент кафедри внутрішньої медицини

Буковинський державний медичний університет

м. Чернівці, Україна

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398184>

КЛІНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛАКТАЗНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Sashchuk U. Y.

Shkvarchuk V. V.

Trofimova Y. O.

Teleki Y. M.

Associate Professor of the Department of Internal Medicine

Bukovinian State Medical University

m. Chernivtsi, Ukraine

CLINICAL FEATURES OF LACTASE DEFICIENCY (LITERATURE REVIEW)

Анотація:

Лактазна недостатність є одним із найбільш поширених порушень травлення, що належить до групи синдромів вуглеводної мальабсорбції. За сучасними епідеміологічними даними, зниження активності ферменту лактази різного ступеня спостерігається більш ніж у 60–70% населення світу. Патогенетично захворювання пов'язане зі зниженням або відсутністю активності ферменту лактази на щітковій облямівці ентероцитів тонкої кишки, що призводить до порушення гідролізу лактози до глюкози та галактози. Неперетравлена лактоза потрапляє до товстої кишки, де піддається бактеріальній ферментації з утворенням газів і коротколанцюгових жирних кислот, що спричиняє розвиток характерної клінічної симптоматики.

Найчастішими клінічними проявами є біль у животі, здуття живота, метеоризм, бурчання та діарея, що виникають після вживання молока або молочних продуктів. У частини пацієнтів можуть спостерігатися позакишкові прояви, зокрема головний біль, загальна слабкість, порушення концентрації уваги, міалгії та артралгії.

Abstract:

Lactase deficiency is one of the most common disorders of carbohydrate digestion worldwide and belongs to the group of carbohydrate malabsorption syndromes. According to epidemiological studies, decreased lactase activity is observed in more than 60–70% of the world's population. The condition results from reduced or absent activity of the enzyme lactase in the brush border of enterocytes in the small intestine, leading to impaired hydrolysis of lactose into glucose and galactose. Undigested lactose passes into the colon, where it undergoes bacterial fermentation with the formation of gases and short-chain fatty acids, which causes the development of characteristic gastrointestinal symptoms.

The most common clinical manifestations include abdominal pain, bloating, flatulence and diarrhea occurring after the consumption of milk or dairy products. In some patients, extraintestinal manifestations such as headache, fatigue, impaired concentration, myalgia and arthralgia may occur.

Ключові слова: лактазна недостатність, непереносимість лактози, мальабсорбція, метеоризм, абдомінальний біль

Keywords: lactase deficiency, lactose intolerance, malabsorption, flatulence, abdominal pain

Матеріали та методи: у роботі проведено огляд сучасних наукових публікацій, присвячених проблемі лактазної недостатності. Пошук літературних джерел здійснювався у міжнародних наукометричних базах даних PubMed, Google Scholar та PubMed Central. До аналізу були включені оглядові статті, клінічні дослідження та метааналізи, опубліковані протягом останніх 10–15 років.

Критеріями включення були наукові публікації, що висвітлюють питання епідеміології, патогенезу, клінічних проявів та діагностики лактазної недостатності. Отримані дані були систематизовані та проаналізовані з метою узагальнення сучасних уявлень щодо клінічних особливостей цього стану.

Мета – узагальнення сучасних наукових даних щодо патофізіологічних механізмів розвитку лактазної недостатності, її клінічних проявів, а також факторів, що впливають на вираженість симптомів.

Актуальність: Харчування відіграє ключову роль у підтриманні здоров'я людини. Молоко та молочні продукти є важливим джерелом повноцінного білка, кальцію, фосфору, вітамінів групи В та незамінних амінокислот. Достатнє споживання кальцію є необхідною умовою для нормального формування кісткової тканини у дітей та профілактики остеопорозу у дорослих і осіб похилого віку [1].

Основним вуглеводом молока є лактоза — дисахарид, що складається з молекул глюкози та галактози [2]. Її гідроліз здійснюється за участю ферменту лактази, локалізованого на щіточковій облямівці ентероцитів проксимального відділу тонкої кишки [3]. При зниженні активності цього ферменту виникає порушення травлення лактози, що призводить до розвитку синдрому мальабсорбції.

Поширеність лактазної недостатності значною мірою залежить від етнічних та генетичних факторів. Найвищу частоту збереження активності лактази в дорослому віці спостерігають у популяціях Північної Європи, де вона перевищує 90%, тоді як у країнах Азії та деяких регіонах Африки показник становить лише 5–20% [4].

З огляду на значну поширеність та різноманітність клінічних проявів, лактазна недостатність залишається важливою проблемою сучасної гастроентерології.

Результати та їх обговорення:

• Патофізіологія лактазної недостатності:

Лактоза є основним вуглеводом молока та молочних продуктів. Для її нормального засвоєння необхідна активність ферменту лактази (β -галактозидази), який локалізується на щіточковій облямівці ентероцитів проксимального відділу тонкої кишки [3].

Фермент лактаза забезпечує гідроліз лактози на дві моносахаридні молекули — глюкозу та галактозу, які надалі всмоктуються у кров. При зниженні або відсутності активності лактази цей процес порушується, внаслідок чого лактоза не розщеплюється та потрапляє у товсту кишку.

У товстій кишці неперетравлена лактоза піддається ферментації кишковою мікрофлорою з утворенням:

- водню
- метану
- вуглекислого газу
- коротколанцюгових жирних кислот.

Утворення цих метаболітів зумовлює підвищення осмотичного тиску у просвіті кишечника та стимулює секрецію води і електролітів у просвіт кишки. Це призводить до розвитку характерних клінічних проявів, таких як здуття живота, метеоризм та діарея.

Крім того, підвищене утворення газів у результаті бактеріальної ферментації сприяє розтягненню кишкової стінки, що може викликати больовий синдром та відчуття дискомфорту у животі.

• Класифікація лактазної недостатності:

Залежно від механізму розвитку виділяють кілька форм лактазної недостатності.

Первинна лактазна недостатність:

Первинна лактазна недостатність є найбільш поширеною формою і пов'язана з генетично детермінованим зниженням активності ферменту лактази після завершення періоду грудного вигодування. Цей процес має фізіологічний характер і спостерігається у значній частині дорослого населення [2].

Вроджена лактазна недостатність:

Вроджена лактазна недостатність є рідкісним генетичним захворюванням, яке передається за аутосомно-рецесивним типом. Вона проявляється у новонароджених з перших днів життя після початку годування грудним молоком або молочними сумішами. Основним клінічним проявом є тяжка водяниста діарея, що може призводити до швидкого розвитку дегідратації [5].

Вторинна лактазна недостатність:

Вторинна лактазна недостатність виникає внаслідок пошкодження слизової оболонки тонкої кишки. Ураження ентероцитів призводить до зниження активності ферментів щіточкової облямівки, зокрема лактази.

Найчастішими причинами вторинної лактазної недостатності є:

- кишкові інфекції
- целиакія
- хвороба Крона
- синдром короткої кишки
- хіміотерапія
- променева терапія
- тривале застосування антибактеріальних препаратів.

У більшості випадків після усунення основної причини пошкодження слизової оболонки кишечника активність лактази поступово відновлюється.

• Клінічні прояви лактазної недостатності:

Клінічна симптоматика лактазної недостатності виникає внаслідок порушення перетравлення лактози та її подальшої ферментації кишковою мікрофлорою. Симптоми зазвичай з'являються через 30 хвилин – 2 години після вживання молока або молочних продуктів [3].

Вираженість клінічних проявів може значно варіювати залежно від індивідуальних особливостей організму, кількості спожитої лактози та ступеня зниження активності ферменту лактази.

До найбільш характерних симптомів лактазної недостатності належать:

- біль у животі
- здуття живота
- метеоризм
- бурчання в животі
- діарея
- нудота [3,6,8].

Біль у животі:

Больовий синдром при лактазній недостатності зумовлений розтягненням стінки кишечника газами, що утворюються внаслідок бактеріальної ферментації лактози. Біль, як правило, має спастичний характер, локалізується переважно у нижніх відділах живота та часто супроводжується відчуттям переповнення або дискомфорту [6].

Метеоризм і здуття живота:

Здуття живота та метеоризм є одними з найбільш поширених проявів лактазної недостатності. Вони виникають унаслідок утворення значної кількості газів під час ферментації лактози кишковими бактеріями. Основними газами, що утворюються при цьому процесі, є водень, метан та вуглекислий газ.

Діарея:

Одним із ключових симптомів лактазної недостатності є осмотична діарея. Неперетравлена лактоза підвищує осмотичний тиск у просвіті кишечника, що призводить до затримки води та електролітів у просвіті кишки. Це сприяє формуванню рідких або водянистих випорожнень.

Стілець при цьому часто має:

- пінисту консистенцію
- кислий запах
- підвищену частоту дефекації.

Попри наявність діареї, більшість пацієнтів з лактазною недостатністю не втрачають масу тіла, оскільки загальна абсорбція поживних речовин у кишечнику залишається збереженою [7].

Нудота та блювання:

У деяких випадках після вживання великої кількості молочних продуктів можуть виникати нудота та рідше блювання. Ці симптоми частіше спостерігаються у пацієнтів з вираженим дефіцитом лактази.

• Атипові та позакишкові прояви:

Окрім класичних гастроінтестинальних симптомів, у частини пацієнтів можуть виникати позакишкові прояви, що іноді ускладнює діагностику.

До них належать:

- головний біль
- хронічна втома
- зниження концентрації уваги
- запаморочення
- біль у м'язах
- біль у суглобах [4].

Механізми виникнення цих симптомів остаточно не з'ясовані. Існує припущення, що вони можуть бути пов'язані з утворенням токсичних метаболітів бактеріальної ферментації, таких як ацетальдегід, ацетон та інші органічні сполуки, які можуть впливати на нервову систему та клітинні механізми сигналізації.

Водночас важливо враховувати, що подібні симптоми можуть бути пов'язані з іншими функціональними розладами травної системи, зокрема синдромом подразненого кишечника.

• Рідкісні клінічні прояви:

Хоча найчастішим проявом є діарея, у деяких пацієнтів лактазна недостатність може супроводжуватися закрепамми. Вважається, що це може бути пов'язано з підвищеним утворенням метану кишковими бактеріями, який здатний уповільнювати моторику кишечника [6,7].

Також іноді можуть спостерігатися:

- відчуття тяжкості у животі
- швидке насичення
- диспепсичні явища.

• Фактори, що впливають на вираженість симптомів:

Вираженість симптомів лактазної недостатності залежить від комплексу зовнішніх та внутрішніх факторів.

Зовнішні фактори:

- кількість спожитої лактози
- форма продукту (молоко, сир, йогурт)
- поєднання молочних продуктів з іншими продуктами харчування
- швидкість спорожнення шлунка.

Відомо, що вживання молочних продуктів разом з іншою їжею може зменшувати вираженість симптомів, оскільки уповільнює транзит лактози через кишечник.

Внутрішні фактори:

- рівень залишкової активності лактази
- стан слизової оболонки тонкої кишки
- склад кишкового мікробіому
- швидкість кишкового транзиту [9].

Крім того, на вираженість симптомів можуть впливати психоемоційні фактори, зокрема тривожні розлади та хронічний стрес, які здатні змінювати чутливість кишечника до розтягнення.

Дослідження показують, що більшість пацієнтів з лактазною недостатністю здатні переносити до 12 г лактози за один прийом їжі без розвитку виражених симптомів [6]. Така кількість лактози приблизно міститься в одній склянці молока. Дози лактози 15–18 г добре переносяться, якщо їх подавати разом з іншими поживними речовинами. При дозах понад 18 г непереносимість стає дедалі частішою, а кількості понад 50 г викликають симптоми у більшості людей [7].

• Сучасні методи діагностики лактазної недостатності:

Діагностика лактазної недостатності базується на поєднанні клінічних даних, дієтичного анамнезу та результатів лабораторних і функціональних методів дослідження. Важливе значення має встановлення зв'язку між виникненням симптомів і вживанням продуктів, що містять лактозу [11].

Сучасні методи діагностики дозволяють об'єктивно підтвердити порушення метаболізму лактози та диференціювати лактазну недостатність від інших захворювань шлунково-кишкового тракту [11,12].

Водневий дихальний тест:

Одним із найбільш інформативних та широко застосовуваних методів діагностики є водневий дихальний тест. Його принцип ґрунтується на визначенні концентрації водню у видихуваному повітрі після перорального навантаження лактозою [12].

У нормі лактоза розщеплюється у тонкому кишечнику та повністю всмоктується. При дефіциті лактази вона потрапляє до товстої кишки, де піддається бактеріальній ферментації з утворенням водню. Водень всмоктується у кров і виводиться через легені, що дозволяє визначити його концентрацію у видихуваному повітрі [12].

Підвищення рівня водню після прийому лактози свідчить про її мальабсорбцію. Цей тест є неінвазивним, відносно простим у виконанні та має високу чутливість і специфічність [12,13].

Тест толерантності до лактози:

Іншим методом діагностики є тест толерантності до лактози, який базується на визначенні рівня глюкози в крові після прийому лактози.

У нормі після перорального введення лактози відбувається її розщеплення на глюкозу та галактозу, що призводить до підвищення рівня глюкози в крові. При дефіциті лактази цей процес порушується, і концентрація глюкози в крові зростає незначно або зовсім не змінюється.

Однак цей метод використовується рідше через можливість отримання хибнопозитивних результатів та необхідність багаторазового забору крові [14].

Генетичні методи дослідження:

Останніми роками значного поширення набули генетичні методи діагностики, які дозволяють виявити поліморфізми генів, пов'язаних із регуляцією активності лактази.

Зокрема, дослідження мутацій у гені LCT дозволяє визначити генетичну схильність до зниження активності лактази у дорослому віці. Генетичне тестування є особливо корисним для диференціації первинної та вторинної лактазної недостатності [11,15].

Біопсія слизової оболонки тонкої кишки:

Біопсія слизової оболонки тонкої кишки з визначенням активності ферменту лактази вважається «золотим стандартом» діагностики. Проте через інвазивність цього методу він застосовується переважно у складних діагностичних випадках.

Під час гістологічного дослідження визначають активність ферментів щіточкової облямівки ентероцитів, що дозволяє безпосередньо оцінити функціональний стан слизової оболонки кишечника [11].

• Диференційна діагностика:

Клінічні прояви лактазної недостатності можуть бути подібними до симптомів інших захворювань травної системи, тому важливо проводити диференційну діагностику.

Найчастіше необхідно виключити:

- синдром подразненого кишечника
- целиакію
- алергію на білок коров'ячого молока
- запальні захворювання кишечника

• синдром надлишкового бактеріального росту.

Правильна діагностика має важливе значення для вибору оптимальної тактики лікування та дієтичних рекомендацій [11,13].

Висновок: Лактазна недостатність є поширеним порушенням травлення, зумовленим зниженням активності ферменту лактази у тонкому кишечнику. Клінічні прояви зумовлені ферментацією неабсорбованої лактози у товстій кишці та включають біль у животі, метеоризм, здуття та діарею.

Вираженість симптомів залежить від кількості спожитої лактози, залишкової активності ферменту, складу кишкового мікробіому та індивідуальних особливостей пацієнта. У більшості випадків пацієнти здатні переносити невеликі дози лактози без значних клінічних проявів.

Подальше вивчення патофізіологічних механізмів та факторів, що впливають на клінічний перебіг лактазної недостатності, є важливим для оптимізації діагностики та індивідуалізації дієтичних рекомендацій.

Список літератури:

1. Gallo A, Marzetti E, Pellegrino S, Montalto M. Lactose malabsorption and intolerance in older adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2024 Jul 1;27(4):333-337. doi: 10.1097/MCO.0000000000001045. Epub 2024 Jun 6. PMID: 38836813; PMCID: PMC11155274.

2. Toca MDC, Fernández A, Orsi M, Tabacco O, Vinderola G. Lactose intolerance: myths and facts. An update. *Arch Argent Pediatr*. 2022 Feb;120(1):59-66. English, Spanish. doi: 10.5546/aap.2022.eng.59. Epub 2021 Dec 17. PMID: 35068123.

3. Goosenberg E, Afzal M. Lactose Intolerance. 2025 Aug 6. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30335318.

4. Deng Y, Misselwitz B, Dai N, Fox M. Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. *Nutrients*. 2015 Sep 18;7(9):8020-35. doi: 10.3390/nu7095380. PMID: 26393648; PMCID: PMC4586575.

5. Bhatnagar S, Aggarwal R. Lactose intolerance. *BMJ*. 2007 Jun 30;334(7608):1331-2. doi: 10.1136/bmj.39252.524375.80. PMID: 17599979; PMCID: PMC1906652.

6. Leszkowicz J, Plata-Nazar K, Szlagatys-Sidorkiewicz A. Can Lactose Intolerance Be a Cause of Constipation? A Narrative Review. *Nutrients*. 2022 Apr 24;14(9):1785. doi: 10.3390/nu14091785. PMID: 35565753; PMCID: PMC9105309.

7. Mattar R, de Campos Mazo DF, Carrilho FJ. Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clin Exp Gastroenterol*. 2012;5:113-21. doi: 10.2147/CEG.S32368. Epub 2012 Jul 5. PMID: 22826639; PMCID: PMC3401057.

8. Usai-Satta P, Scarpa M, Oppia F, Cabras F. Lactose malabsorption and intolerance: What should be the best clinical management? *World J Gastrointest Pharmacol Ther*. 2012 Jun 6;3(3):29-33. doi:

10.4292/wjgpt.v3.i3.29. PMID: 22966480; PMCID: PMC3437438.

9. Misselwitz B, Butter M, Verbeke K, Fox MR. Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. *Gut*. 2019 Nov;68(11):2080-2091. doi: 10.1136/gutjnl-2019-318404. Epub 2019 Aug 19. PMID: 31427404; PMCID: PMC6839734.

10. Savaiano DA, Boushey CJ, McCabe GP. Lactose intolerance symptoms assessed by meta-analysis: a grain of truth that leads to exaggeration. *J Nutr*. 2006 Apr;136(4):1107-13. doi: 10.1093/jn/136.4.1107. PMID: 16549489.

11. Suchy F., Brannon P., Carpenter T. National Institutes of Health Consensus Development Conference: Lactose Intolerance and Health. *Nutrients*. 2021.

12. De Geyter C., Van de Maele K., Hauser B., Vandenplas Y. Hydrogen and Methane Breath Test in the Diagnosis of Lactose Intolerance. *Nutrients*. 2021. PMID: 34579138

13. Hammer H.F., et al. European guideline on hydrogen and methane breath tests. *United European Gastroenterology Journal*. 2022. PMID: 34431620

14. Sendino T., Sandúa A., Calleja S. et al. Lactose tolerance test as an alternative to hydrogen breath test in the study of lactose malabsorption. *Advances in Laboratory Medicine*. 2020. PMID: 37360621

15. Misselwitz B., Butter M., Verbeke K., Fox M. Update on lactose malabsorption and intolerance. *Gut*. 2019.

Honcharuk L.M.,*PhD in Medical Sciences, Associate Professor
Department of Internal Medicine;***Russu A.E.,***4th year student of 19 group
Bukovinian State Medical University***Lysynchuk I.V.,***4th year student of 19 group
Bukovinian State Medical University***Shevchenko S.O.***4th year student of 19 group
Bukovinian State Medical University***Horkutsenko O. K.***4th year student of 19 group
Bukovinian State Medical University*<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398213>

GLOMERULONEPHRITIS AFTER KIDNEY TRANSPLANTATION: MODERN ASPECTS OF THE MAIN FORMS OF GLOMERULONEPHRITIS (LITERATURE REVIEW)

Abstract:

Glomerulonephritis after kidney transplantation remains one of the leading causes of allograft dysfunction and kidney graft loss in the long term. Despite significant progress in transplantation technologies and improvements in immunosuppressive therapy, the frequency of both relapse of primary glomerulonephritis and the development of de novo glomerulonephritis remains a clinically significant problem in modern transplantology. Relapse of glomerulonephritis after transplantation is most often observed in IgA nephropathy, focal segmental glomerulosclerosis, membranous glomerulonephritis and membranoproliferative glomerulonephritis. The frequency and severity of relapse depends on the nosological form, the recipient's immunological profile, genetic factors, and the characteristics of the immunosuppressive regimen.

Keywords: *glomerulonephritis, kidneys, transplantation, IgA nephropathy, focal segmental glomerulosclerosis*

Materials and methods: we conducted a literature review based on articles published in PubMed databases over the past 10 years. Current information on the main forms of relapse of glomerulonephritis after kidney transplantation was analyzed.

The goal was to analyze scientific works, literary sources and study the main forms of relapse of glomerulonephritis after kidney transplantation.

Relevance: Glomerulonephritis is one of the leading causes of renal failure, which is the third most common reason for kidney transplantation in the world and in the United States of America in particular [1,2]. Although renal function can be restored with a kidney transplant, often the cause of the original kidney disease remains unknown. Recurrent glomerulonephritis was previously thought to be a minor factor in graft loss, with several studies showing that approximately 10–20% of patients with glomerular disease relapse after kidney transplantation, and 50% of them experience graft loss at long-term follow-up [3,4]. Relapse of glomerulonephritis can occur both with primary and with secondary glomerulonephritis. The main forms of relapse of primary glomerulonephritis are relapsing focal segmental glomerulosclerosis (FSGS), membranoproliferative glomerulonephritis, IgA nephropathy, and membranous glomerulonephritis. Relapse of secondary

glomerulonephritis includes kidney damage in systemic lupus erythematosus, thrombocytopenic purpura, vasculitis of small vessels, glomerular basement membrane disease. Relapse can also be observed in metabolic or systemic diseases, such as diabetic nephropathy, oxalosis, amyloidosis, Fabry disease, and cystinosis [4].

Results and discussion: FSGS is one of the leading glomerular causes of renal failure in adults. When a secondary cause such as genetic, viral, drug, or adaptive cannot be identified and the patient has a clinical history of nephrotic syndrome, FSGS is called primary or idiopathic. Distinguishing between idiopathic and secondary FSGS is particularly important for patients who are being considered for kidney transplantation, as idiopathic forms often recur in the graft with a significant rate of subsequent graft loss [5]. Overall, FSGS recurs after transplantation in approximately 20-30% of cases. FSGS can also have a family form. Familial forms of FSGS do not recur after transplantation, which is consistent with the theory that the defect is intrinsic and specific to the kidney and can be effectively cured by successful kidney transplantation [6]. It is believed that the mechanism of podocyte damage leading to recurrent FSGS is related to circulating antibodies. Antibodies to CD40, urinary serum-type plasminogen activator receptor (suPAR), cardiotropin-like cytokine factor 1,

and apoA1b are potential candidates for the relapsing component of FSGS. The cytoskeleton of cultured podocytes negatively affects the plasma of patients with recurrent FSGS, including the promotion of cell motility through vasodilator-stimulated phosphoprotein phosphorylation and destruction of focal adhesion complexes [7].

Membranous nephropathy recurs in 10 to 30% of renal allografts. Patients with early post-transplant relapse and those with massive proteinuria rapidly progress to graft rejection. Hepatitis B and C and autoimmune diseases may be an etiological factor for recurrent membranous nephropathy in a small proportion of patients, although the largest group of recurrent membranous nephropathy is those with primary membranous nephropathy [6].

Membranoproliferative glomerulonephritis. The frequency of relapses of membranoproliferative glomerulonephritis depends on the nature, observation and data analysis. Membranoproliferative glomerulonephritis type I recurs in 20 to 30% of allografts. Membranoproliferative glomerulonephritis type II (disease of dense deposits) recurs in 50–100% of allografts and even more often leads to graft loss [6]. Risk factors for recurrence of membranoproliferative glomerulonephritis are nephrotic syndrome and deposition of components of the complement system in the kidney [8].

IgA nephropathy. Recent studies have shown that recurrence of IgA nephropathy usually occurs within a couple of years after transplantation, and studies with longer follow-up have shown lower survival rates at 5–10 years. Reported graft loss due to recurrent IgA nephropathy ranges from 2% to 14% in studies with medium follow-up, but increases to 29% in patients with symptomatic disease relapse in studies with long follow-up. A number of risk factors for the recurrence of IgA nephropathy have been described, including younger age at transplantation, transplantation without an induction agent, immune features (Gd-IgA1, IgG anti-Gd-IgA1 antibodies, CD89), higher HLA-incompatibility, and early discontinuation of steroid immunosuppressive regimens [5,9]. Diagnosis of de novo IgA nephropathy is complicated by the fact that IgA deposition may be present in the donor kidney. Progression of IgA nephropathy in a transplanted kidney is usually slow, but graft rejection occurs with long-term observation. The rate of relapse and allograft loss is clearly influenced by the nature of glomerular lesions - for example, in patients with slowly progressive mesangial lesions with sclerosis, in contrast to patients with severe sickle-cell glomerulonephritis [6]. On the other hand, IgA nephropathy has a better prognosis than mesoproliferative glomerulonephritis, FSGS, or membranous glomerulonephritis [9].

Early detection of relapse of primary glomerular disease and timely correction of immunosuppressive therapy is an important aspect of patient management after kidney transplantation. Despite the significant achievements of modern transplantology, the recurrence of glomerulonephritis in the transplant remains one of the key reasons for the gradual deterioration of the function of the allotransplanted kidney and the loss of the transplant in the long term.

Mechanisms of relapse are complex and multifactorial and include immunological, genetic, and metabolic factors, as well as features of immunosuppressive therapy. In the pathogenesis of recurrent glomerular diseases, a significant role is played by circulating immune complexes, activation of the complement system, podocyte dysfunction, and dysregulation of the immune response of the recipient's body. In addition, the individual characteristics of the donor and recipient are important, including the degree of HLA compatibility, immunological history, the presence of sensitization and concomitant diseases. In clinical practice, a comprehensive approach is used to diagnose the recurrence of glomerular diseases in a transplanted kidney, which includes regular monitoring of the level of proteinuria, indicators of kidney function, serological markers, and conducting protocol or indicative biopsies of the transplant. Morphological examination of a kidney biopsy using light, immunofluorescence, and electron microscopy allows to accurately establish the nature of the glomerular lesion and distinguish the recurrence of the primary disease from other causes of graft dysfunction, such as chronic rejection, toxicity of calcineurin inhibitors, or infectious lesions. The development of modern molecular-biological and genetic research methods is also of great importance, which allow a better understanding of the pathogenetic mechanisms of relapse and the identification of patients with a high risk of its occurrence even at the stage of preparation for transplantation. This opens up prospects for a personalized approach to the treatment and prevention of relapse of glomerular diseases, including the modification of immunosuppression regimens, the use of targeted therapy, and more thorough postoperative monitoring. Thus, a comprehensive understanding of the mechanisms of relapse of glomerulonephritis in the transplanted kidney is a necessary condition for improving the long-term results of transplantation and increasing the survival of renal allografts.

An important direction of modern research is also the search for prognostic markers that allow assessing the risk of recurrence of glomerular diseases after kidney transplantation even at the stage of pre-transplantation preparation. It has been established that the development of relapse is influenced not only by immunological mechanisms, but also by genetic predisposition, features of cellular immunity, as well as the patient's metabolic status. Considerable attention is paid to the role of podocyte dysfunction, since podocytes are key cells of the glomerular filtration barrier, and their damage leads to the development of proteinuria and the progression of glomerular lesions. Violation of the structure of the actin cytoskeleton of podocytes, changes in the expression of adhesive molecules, and activation of signaling pathways that regulate cell motility are considered important links in the pathogenesis of recurrent glomerulopathies. Additionally, it has been proven that circulating permeability factors can directly affect the functional state of podocytes, changing their morphology and ability to maintain the integrity of the glomerular barrier. In this context, biomarkers such as suPAR,

antibodies to the structural components of podocytes, as well as various cytokines and growth factors, which can be potential indicators of the activity of the pathological process, are of great interest.

In addition to immunological and molecular mechanisms, clinical factors related to the course of the primary disease before transplantation play an important role in the occurrence of relapse. These include disease duration, degree of proteinuria, rate of progression of chronic kidney disease, and response to prior immunosuppressive therapy. Patients with an aggressive course of glomerulonephritis in the anamnesis, as a rule, have a higher risk of re-development of the pathological process in the transplanted kidney. At the same time, factors related to the transplant itself are also important, including the quality of the donor organ, the time of cold ischemia, the degree of immunological compatibility, and the features of postoperative immunosuppression. Some studies suggest that more intensive regimens of immunosuppressive therapy may reduce the risk of early relapse of certain forms of glomerulonephritis, but they also increase the risk of infectious complications and drug toxicity.

It should also be taken into account that the clinical manifestations of relapse of glomerular diseases in a transplanted kidney can be variable and often have an erased character in the initial stages. The earliest and most common manifestation is the appearance or gradual increase of proteinuria, which may be accompanied by microhematuria, arterial hypertension, and a gradual decrease in glomerular filtration rate. In some cases, clinical symptoms may remain minimal for a long time, while morphological changes in the glomeruli are already progressing. That is why regular laboratory monitoring and timely graft biopsy are crucial for early diagnosis of recurrence. Morphological examination allows not only to confirm the relapse of the primary disease, but also to determine the degree of activity of the pathological process, which is important for choosing further therapeutic tactics.

Modern nephrology is actively studying the possibilities of using new therapeutic approaches for the prevention and treatment of relapse of glomerular diseases in a transplanted kidney. These include the use of biological drugs aimed at blocking individual links of the immune response, modification of traditional immunosuppression schemes, as well as the use of extracorporeal therapy methods, in particular plasmapheresis or immunoadsorption, to remove circulating pathogenic factors. In the case of some forms of recurrent glomerulonephritis, drugs affecting the complement system are also considered promising, since its activation plays an important role in the pathogenesis of many immunocomplex lesions of the glomeruli. Gradual implementation of personalized treatment approaches based on individual clinical and molecular characteristics of patients can significantly

improve kidney transplant outcomes and reduce the incidence of graft loss at long-term follow-up. Thus, in-depth study of the mechanisms of recurrence of glomerular diseases and improvement of methods of their prevention and treatment is one of the key tasks of modern nephrology and transplantology.

Conclusion: Post-transplant glomerulonephritis is a significant cause of progressive allograft dysfunction and reduced long-term survival. Recurrent forms, in particular IgA nephropathy, FSGS, membranous glomerulonephritis and membranoproliferative glomerulonephritis, as well as *de novo* glomerulonephritis form a complex clinical and pathogenetic spectrum of post-transplant pathology, which can cause transplant rejection in 20-50% of cases.

Список літератури:

1. Uffing A, Hullekes F, Riella LV, Hogan JJ. Recurrent Glomerular Disease after Kidney Transplantation: Diagnostic and Management Dilemmas. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2021 Nov;16(11):1730-1742. doi: 10.2215/CJN.00280121.
2. Allen PJ, Chadban SJ, Craig JC, Lim WH, Allen RDM, Clayton PA, Teixeira-Pinto A, Wong G. Recurrent glomerulonephritis after kidney transplantation: risk factors and allograft outcomes. *Kidney Int.* 2017 Aug;92(2):461-469. doi: 10.1016/j.kint.2017.03.015. PMID: 28601198.
3. Infante B, Rossini M, Leo S, Troise D, Netti GS, Ranieri E, Gesualdo L, Castellano G, Stallone G. Recurrent Glomerulonephritis after Renal Transplantation: The Clinical Problem. *Int J Mol Sci.* 2020 Aug 19;21(17):5954. doi: 10.3390/ijms21175954.
4. Choy BY, Chan TM, Lai KN. Recurrent glomerulonephritis after kidney transplantation. *Am J Transplant.* 2006 Nov;6(11):2535-42. doi: 10.1111/j.1600-6143.2006.01502.x.
5. Uffing A, Pérez-Sáez MJ, Mazzali M, Manfro RC, et al. Recurrence of FSGS after Kidney Transplantation in Adults. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020 Feb 7;15(2):247-256. doi: 10.2215/CJN.08970719.
6. Golgert WA, Appel GB, Hariharan S. Recurrent glomerulonephritis after renal transplantation: an unsolved problem. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2008 May;3(3):800-7. doi: 10.2215/CJN.04050907.
7. Bai J, Zhang T, Wang Y, Cao J, et al. Incidence and risk factors for recurrent focal segmental glomerulosclerosis after kidney transplantation: a meta-analysis. *Ren Fail.* 2023 Dec;45(1):2201341. doi: 10.1080/0886022X.2023.2201341.
8. de Paula LC, Mazzali M, de Sousa MV. Recurrent Membranoproliferative Glomerulonephritis After Kidney Transplantation: Risk Factors and Impact on Graft Survival. *Ann Transplant.* 2023 Jul 18;28:e940502. doi: 10.12659/AOT.940502.
9. Lim WH, Shingde M, Wong G. Recurrent and *de novo* Glomerulonephritis After Kidney Transplantation. *Front Immunol.* 2019 Aug 14;10:1944. doi: 10.3389/fimmu.2019.01944.

Тарнавська Світлана Іванівна, Шахова Ольга Олександрівна
к.мед.н., доц. кафедри педіатрії та дитячих інфекційних хвороб
Буковинський державний медичний університет,
Жантоан Ксенія Георгіївна
Студентка 6 курсу
Буковинський державний медичний університет
Чернівці, Україна
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398241>

ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА АДРЕНОГЕНІТАЛЬНОГО СИНДРОМУ ТА ІНШИХ ПРИЧИН ГІПЕРАНДРОГЕНІЇ У ДІТЕЙ

Tarnavska Svitlana Ivanivna, Shakhova Olga Oleksandrivna
PhD MD, Associate Professor of the Department of Pediatrics and Pediatric Infectious Diseases
Bukovinian State Medical University;
Zhantoan Kseniia Heorhiiivna,
6th year student, Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF ADRENOGENITAL SYNDROME AND OTHER CAUSES OF HYPERANDROGENISM IN CHILDREN

Анотація.

Авторами проведено аналіз літературних джерел щодо узагальнення сучасних підходів до диференційної діагностики гіперандрогенії у дітей. Акцентовано увагу на важливості визначення рівня 17-ОН-прогестерону та оцінці клінічних проявів захворювання. Зазначено, що неklasичні форми адреногенітального синдрому нерідко залишаються недіагностованими та потребують індивідуалізованого підходу у виборі тактики лікування.

Abstract.

The authors have analysed the literature to summarise current approaches to the differential diagnosis of hyperandrogenism in children. Emphasis is placed on the importance of determining 17-OH-progesterone levels and assessing the clinical manifestations of the condition. It is noted that non-classical forms of adrenogenital syndrome often remain undiagnosed and require an individualised approach to the choice of treatment strategy.

Ключові слова: адреногенітальний синдром, гіперандрогенія, діти, 17-ОН-прогестерон

Keywords: adrenogenital syndrome, hyperandrogenism, children, 17-hydroxyprogesterone

Гіперандрогенія у дітей є клініко-лабораторним синдромом, що характеризується надлишковою продукцією андрогенів або підвищеною чутливістю тканин до них. У дитячому віці вона може мати як фізіологічний, так і патологічний характер, що обумовлює необхідність ретельної диференційної діагностики.

Клінічні прояви включають передчасне оволодіння за андрогенним типом, акне, себорею, прискорення темпів росту та кісткового дозрівання. У дівчат можливі ознаки вірилізації — гіпертрофія клітора, огрубіння голосу, порушення менструального циклу в підлітковому віці. Важливе значення має швидкість розвитку симптомів: поступовий перебіг частіше характерний для функціональних станів, тоді як швидка прогресія може свідчити про органічну патологію, зокрема андрогенпродукуючі пухлини.

Адреногенітальний синдром (АГС) є найбільш частою причиною гіперандрогенії у дитячому віці та зумовлений дефіцитом ферментів стероїдогенезу, найчастіше 21-гідроксилази. Внаслідок порушення синтезу кортизолу відбувається компенсаторне підвищення рівня адренокортикотропного гормону, що стимулює гіперпродукцію андрогенів наднирниками.

Класичні форми АГС маніфестують у ранньому віці та можуть супроводжуватися вірилізацією зовнішніх статевих органів у дівчат і розвитком сольотрачаючих кризів. Некласична форма характеризується стертою клінічною картиною та часто діагностується у підлітковому віці.

Ключовим лабораторним маркером АГС є підвищення рівня 17-ОН-прогестерону (17-ОП). Референтні значення залежать від віку та методу визначення, однак у дітей після неонатального періоду зазвичай становлять <2 нмоль/л (\approx <0,7 нг/мл), у підлітків — до 3–4 нмоль/л. У новонароджених можливі транзиторні підвищення до 20–30 нмоль/л.

При класичній формі АГС рівень 17-ОП, як правило, перевищує 30 нмоль/л і може досягати >100 нмоль/л. При неklasичній формі показники зазвичай становлять 6–30 нмоль/л. У сумнівних випадках проводиться стимуляційна проба з АКТГ, при якій підвищення рівня 17-ОП понад 30 нмоль/л підтверджує діагноз неklasичної форми АГС [1–3]. Слід враховувати, що референтні значення можуть варіювати залежно від лабораторного методу дослідження.

Важливим етапом диференційної діагностики є виключення інших станів, що можуть супроводжуватися підвищенням рівня андрогенів та мати подібні клінічні прояви.

Передчасне адренархе — це фізіологічний стан, пов'язаний із ранньою активацією сітчастої зони кори надниркових залоз та підвищенням продукції слабких андрогенів. Клінічно проявляється помірним оволошінням у пахвових і лобкових ділянках, іноді появою запаху поту, без ознак істинної вірилізації та без значного прискорення кісткового дозрівання. Рівень 17-ОН-прогестерону залишається в межах вікової норми, можливе помірне підвищення ДГЕА-S.

Синдром полікістозних яєчників (СПКЯ) — мультифакторне ендокринне захворювання, що формується переважно у підлітковому віці та характеризується хронічною ановуляцією і гіперандрогенією. Основними клінічними проявами є гірсутизм, акне та порушення менструального циклу. Лабораторно визначається помірне підвищення рівня тестостерону при нормальному або незначно підвищеному рівні 17-ОН-прогестерону (зазвичай <6 нмоль/л).

Андрогенпродукуючі пухлини надниркових залоз або гонад — рідкісні, але клінічно значущі новоутворення, що призводять до автономної секреції андрогенів. Характеризуються швидким прогресуванням симптомів, вираженою вірилізацією та значним підвищенням рівнів тестостерону (>5–7 нмоль/л) або ДГЕА-S. Рівень 17-ОН-прогестерону при цьому, як правило, не підвищений. Для підтвердження діагнозу необхідне проведення інструментальних методів дослідження.

Диференційна діагностика гіперандрогенії у дітей базується на комплексній оцінці клінічних, лабораторних та інструментальних показників.

На першому етапі оцінюють клінічну картину, вік появи симптомів та швидкість їх прогресування. Повільний розвиток симптомів частіше характерний для функціональних станів, тоді як швидка вірилізація потребує виключення пухлинного процесу.

Лабораторна діагностика включає визначення рівнів 17-ОН-прогестерону, тестостерону та дегідроепіандростерон-сульфату (ДГЕА-S). Саме визначення 17-ОН-прогестерону є ключовим етапом у верифікації адреногенітального синдрому.

У випадках прикордонних значень показане проведення стимуляційної проби з АКТГ, яка дозволяє виявити некласичні форми захворювання.

Додатково застосовуються інструментальні методи дослідження для виключення пухлинної патології.

Таким чином, комплексний підхід до оцінки гіперандрогенії у дітей дозволяє своєчасно встановити правильний діагноз, уникнути діагностичних помилок та обрати оптимальну тактику ведення пацієнта.

Висновки.

Гіперандрогенія у дітей є гетерогенним клінічним синдромом, що потребує чіткої диференційної діагностики з урахуванням клінічних проявів, віку дебюту та темпів прогресування симптомів. Найбільш частою причиною патологічної гіперандрогенії є адреногенітальний синдром, ключовим лабораторним маркером якого є підвищення рівня 17-ОН-прогестерону.

Встановлено, що визначення рівня 17-ОН-прогестерону у поєднанні з оцінкою рівнів тестостерону та ДГЕА-S дозволяє ефективно диференціювати адреногенітальний синдром від інших причин гіперандрогенії, зокрема передчасного адренархе, синдрому полікістозних яєчників та андрогенпродукуючих пухлин.

Особливу увагу слід приділяти швидкості прогресування клінічних симптомів, оскільки швидка вірилізація є прогностично несприятливою ознакою та потребує виключення пухлинної патології.

Застосування комплексного поетапного підходу до діагностики дозволяє своєчасно встановити правильний діагноз, уникнути діагностичних помилок та забезпечити оптимальну тактику ведення пацієнтів дитячого віку.

Джерела.

1. Speiser PW, Arlt W, Auchus RJ, et al. Congenital adrenal hyperplasia due to steroid 21-hydroxylase deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2018;103(11):4043–4088.
2. El-Maouche D, Arlt W, Merke DP. Congenital adrenal hyperplasia. *Lancet.* 2017;390(10108):2194–2210.
3. Turcu AF, Auchus RJ. Clinical and biochemical diagnosis of congenital adrenal hyperplasia. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2015;44(2):275–296.
4. Ibáñez L, Oberfield SE, Witchel S, et al. An International Consortium Update: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment of Polycystic Ovarian Syndrome in Adolescence. *Hormone Research in Paediatrics.* 2017;88(6):371–395.
5. Rosenfield RL. Clinical review: Identifying children at risk for polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007;92(3):787–796.

Laishuk Ruslana Petrivna

Associate Professor, Department of Clinical Immunology,
Allergology, and Endocrinology

Bakai Liliana-Maria Mykhailivna

4th-year Student

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398267>

THE ROLE OF DIETARY SUPPLEMENTS IN THE TREATMENT OF HASHIMOTO'S THYROIDITIS (LITERATURE REVIEW)

Abstract:

Autoimmune thyroiditis or Hashimoto's thyroiditis is one of the most common endocrine disorders, leading to chronic inflammation of the thyroid gland and gradual development of hypothyroidism. Although standard levothyroxine therapy compensates for thyroid hormone deficiency, it does not influence the autoimmune process or the degree of inflammatory activity. In this context, recent years have seen growing interest in nutritional and micronutrient supplementation as an adjunctive treatment approach, as well as the elimination of certain dietary components. This article reviews key micronutrients such as selenium, vitamin D, and iron, as well as the role of lactose and gluten in the development and course of Hashimoto's thyroiditis.

Keywords: Hashimoto's thyroiditis, autoimmune thyroiditis, selenium, vitamin D, gluten

Materials and Methods:

We conducted a literature review based on articles published in the PubMed database over the last 10 years. The current information regarding the role of dietary supplements in the management of Hashimoto's thyroiditis was analyzed.

Objective:

To analyze literature sources and studies to determine the role of dietary supplements in the treatment of Hashimoto's thyroiditis.

Relevance:

Thyroiditis is an inflammatory condition of the thyroid gland that poses significant concern due to its diverse etiology and therapeutic challenges. Autoimmune, inflammatory, drug-induced, or fibrotic factors can trigger its development [1,2].

The most common types of thyroiditis include autoimmune thyroiditis (Hashimoto's), Graves' disease, postpartum thyroiditis, and painless sporadic thyroiditis.

Hashimoto's thyroiditis, also known as chronic lymphocytic or autoimmune thyroiditis, is the most prevalent organ-specific autoimmune disease in non-endemic areas, primarily affecting the thyroid gland. In some cases, this condition can lead to hypothyroidism. It is believed that a viral infection mimicking thyroid proteins induces the synthesis of thyroid autoantibodies. Hashimoto's thyroiditis is characterized by the presence of specific autoantibodies such as anti-thyroid peroxidase (TPOAb) and anti-thyroglobulin antibodies (TgAb).

The pathophysiological mechanisms underlying Hashimoto's thyroiditis include feedback interactions between immune cells and cytokines. Activated T-cells promote the release of inflammatory cytokines and thyroid cell-derived chemokines, amplifying inflammation and recruiting additional T-cells. This cascade facilitates the production of antibodies against thyroid-

specific proteins, leading to glandular damage and subsequent hypothyroidism [3].

The overall prevalence of thyroiditis is approximately 7.5%, with a higher incidence among women [1].

Results and Discussion:

Treatment of Hashimoto's thyroiditis depends on clinical presentation, which may include diffuse or nodular goiter with euthyroidism, subclinical hypothyroidism, or permanent hypothyroidism. However, most patients require lifelong levothyroxine replacement therapy. The role of diet, lifestyle modification, and supplementation is often overlooked [4].

The thyroid gland has the highest selenium concentration per gram of tissue, as it expresses specific selenoproteins. Therefore, selenium supplementation—especially in the form of selenomethionine—may benefit patients with thyroiditis. Selenium is typically found in protein-bound form in foods such as meat, fish, eggs, seafood, offal, and cereals. Brazil nuts and mushrooms are particularly rich in selenium [5].

In Hashimoto's thyroiditis, selenium supplementation may reduce anti-TPO antibody and thyroid-stimulating hormone (TSH) concentrations via antioxidant and anti-inflammatory effects mediated by selenoproteins. Key selenoproteins expressed in the thyroid include iodothyronine deiodinases and selenoprotein S, which play roles in thyroid hormone metabolism, oxidative protection, and immune regulation [3].

Conclusion:

Selenium supplementation reduces serum concentrations of anti-TPO antibodies and TSH. Monitoring iron levels is crucial, as Hashimoto's patients frequently exhibit iron deficiency due to comorbid conditions such as autoimmune gastritis or celiac disease, both of which impair absorption. Celiac disease can also increase levothyroxine requirements through reduced gastrointestinal absorption, while lactose intolerance may further heighten the need for higher dosages.

References:

1. Tywanek E, Michalak A, Świrski J, Zwolak A. Autoimmunity, New Potential Biomarkers and the Thyroid Gland-The Perspective of Hashimoto's Thyroiditis and Its Treatment. *Int J Mol Sci.* 2024 Apr 26;25(9):4703. doi: 10.3390/ijms25094703. PMID: 38731922; PMCID: PMC11083198.
2. Martinez Quintero B, Yazbeck C, Sweeney LB. Thyroiditis: Evaluation and Treatment. *Am Fam Physician.* 2021 Dec 1;104(6):609-617. PMID: 34913664.
3. Huwiler VV, Maissen-Abgottspon S, Stanga Z, Mühlebach S, Trepp R, Bally L, Bano A. Selenium Supplementation in Patients with Hashimoto Thyroiditis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Thyroid.* 2024 Mar;34(3):295-313. doi: 10.1089/thy.2023.0556. Epub 2024 Feb 16. PMID: 38243784; PMCID: PMC10951571.
4. Lontiris MI, Mazokopakis EE. A concise review of Hashimoto thyroiditis (HT) and the importance of iodine, selenium, vitamin D and gluten on the autoimmunity and dietary management of HT patients. Points that need more investigation. *Hell J Nucl Med.* 2017 Jan-Apr;20(1):51-56. doi: 10.1967/s002449910507. Epub 2017 Mar 20. PMID: 28315909.
5. Mikulska AA, Karaźniewicz-Łada M, Filipowicz D, Ruchała M, Głowska FK. Metabolic Characteristics of Hashimoto's Thyroiditis Patients and the Role of Microelements and Diet in the Disease Management-An Overview. *Int J Mol Sci.* 2022 Jun 13;23(12):6580. doi: 10.3390/ijms23126580. PMID: 35743024; PMCID: PMC9223845.
6. van Zuuren EJ, Albusta AY, Fedorowicz Z, Carter B, Pijl H. Selenium supplementation for Hashimoto's thyroiditis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013 Jun 6;2013(6):CD010223. doi: 10.1002/14651858.CD010223.pub2. PMID: 23744563; PMCID: PMC9862303.
7. Peng B, Wang W, Gu Q, Wang P, Teng W, Shan Z. Effects of different supplements on Hashimoto's thyroiditis: a systematic review and network meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024 Dec 4;15:1445878. doi: 10.3389/fendo.2024.1445878. PMID: 39698034; PMCID: PMC11652148.
8. Jiang H, Chen X, Qian X, Shao S. Effects of vitamin D treatment on thyroid function and autoimmunity markers in patients with Hashimoto's thyroiditis-A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Pharm Ther.* 2022 Jun;47(6):767-775. doi: 10.1111/jcpt.13605. Epub 2022 Jan 3. PMID: 34981556; PMCID: PMC9302126.
9. Osowiecka K, Myszkowska-Ryciak J. The Influence of Nutritional Intervention in the Treatment of Hashimoto's Thyroiditis-A Systematic Review. *Nutrients.* 2023 Feb 20;15(4):1041. doi: 10.3390/nu15041041. PMID: 36839399; PMCID: PMC9962371.

Телекі Я.М.

*Кандидат медичних наук, доцент кафедри внутрішньої медицини Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна*

Наконечна А.О.

Балецька С.В.

Танасеску Д.Д.

Студентки 6 курсу

Буковинський державний медичний університет

м. Чернівці, Україна

ПАТОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДИСПЕПСІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Teleki Y.M.

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Internal Medicine,

Bukovynian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

Nakonechna A.O.

Baletska S.V.

Tanasesku D.D.

Sixth-year students

Bukovynian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

PATHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF FUNCTIONAL DYSPEPSIA (LITERATURE REVIEW)

Анотація:

Функціональна диспепсія є одним із найпоширеніших розладів шлунково-кишкового тракту, що належить до спектра розладів взаємодії між кишківником та мозком. Незважаючи на відсутність органічної патології, у пацієнтів з функціональною диспепсією виникає зниження якості життя та потреба в медичній допомозі. Патофізіологія функціональної диспепсії є багатофакторною та включає взаємодію моторних, сенсорних, секреторних, нейрогуморальних та психосоціальних механізмів. Серед ключових патогенетичних ланок визначають порушення моторики шлунка, що призводить до раннього насичення, здуття й постпрандіального дискомфорту. Також значну роль відіграє висока вісцеральна чутливість, хронічне запалення та порушення мікробіому кишківника.

Abstract:

Functional dyspepsia is one of the most common disorders of the gastrointestinal tract, belonging to the spectrum of disorders of the interaction between the gut and the brain. Despite the absence of organic pathology, patients with functional dyspepsia experience a decrease in the quality of life and the need for medical care. The pathophysiology of functional dyspepsia is multifactorial and includes the interaction of motor, sensory, secretory, neurohumoral and psychosocial mechanisms. Among the key pathogenetic links are identified disorders of gastric motility, which leads to early satiety, bloating and postprandial discomfort. High visceral sensitivity, chronic inflammation and disruption of the intestinal microbiome also play a significant role.

Ключові слова: функціональна диспепсія, патофізіологія, моторика шлунка, дисбіоз

Keywords: functional dyspepsia, pathophysiology, gastric motility, dysbiosis

Матеріали та методи: нами проведений огляд літератури на основі статей, опублікованих у базах даних PubMed за останні 10 років. Аналізувалась актуальна інформація щодо аспектів патофізіології функціональної диспепсії.

Мета: провести аналіз літературних джерел, досліджень та визначити патофізіологічні аспекти функціональної диспепсії.

Актуальність: Диспепсія – це комплекс симптомів, що відносяться до гастродуоденальної області та включають біль або печіння в епігастральній ділянці, відчуття переповнення після прийому їжі або ранне насичення. Приблизно 80% людей з

диспепсією не мають чіткого пояснення своїх симптомів та мають саме функціональну диспепсію. Функціональна диспепсія вражає близько 16% здорових людей у загальній популяції. Фактори ризику виникнення функціональної диспепсії включають психологічну коморбідність, гострий гастроентерит, жіночу стать, паління, вживання нестероїдних протизапальних препаратів та інфекцію *Helicobacter pylori* [1].

Функціональна диспепсія спричинена фізіологічними, генетичними, екологічними та психологічними факторами, а також різними функціональними порушеннями, такими як підвищена чут-

ливність до кислот і ліпідів та низький рівень запалення. Цей розлад має значне перекриття симптомів з іншими функціональними розладами, такими як синдром подразненого кишечника та гастропарез, але має диференціальні критерії та два нових підкласи: постпрандіальний дистрес-синдром та синдром епігастрального болю [2].

Результати та їх обговорення: Патолофізіологія виникнення функціональної диспепсії є багатофакторною та складною [3]. Аномальна моторика шлунка або дванадцятипалої кишки та порушення міоелектричної активності шлунка присутні у 70%-80% пацієнтів з функціональною диспепсією, що супроводжується болем або дискомфортом після прийому їжі [4]. Спорожнення шлунка довгий час вважали ключовим механізмом у патолофізіології функціональної диспепсії. Затримка спорожнення твердої їжі виявляється приблизно у 30% пацієнтів, проте її частота мало відрізняється між підгрупами функціональної диспепсії за Римськими критеріями. Дослідження також показали, що зміни в показниках спорожнення протягом року призводили до перекласифікації функціональної диспепсії та гастропарезу без відповідних змін клінічної картини.

Симптоми функціональної диспепсії виникають у перші 30–45 хв після їжі та пов'язані з порушенням акомодатії шлунка — рефлекторного розслаблення його проксимального відділу. Цей процес залежить від холінергічних вагусних впливів і оксиду азоту. Пригнічення синтезу NO порушує акомодатію і викликає раннє насичення. Порушення акомодатії виявляється приблизно у 40% хворих на функціональну диспепсію.

Вісцеральна гіперчутливість шлунка є важливим механізмом у розвитку функціональної диспепсії. Її посилення пов'язане з попередньою фізичною роботою та соматизацією. До 40% пацієнтів виявляється гіперчутливість до розтягнення шлунка, а введення кислоти викликає виражений біль порівняно зі здоровими [5].

Важливу роль відіграє й модифікований дуоденальний вміст, який складається з кислоти, жовчних кислот, ліпідів та мікробіоти [4].

Стресові події в ранньому віці є основним стимулом для нейронних ланцюгів, що беруть участь в обробці больових та стресових подразників, а також викликають підвищену чутливість у відповідь на подразники в пізньому віці. Неприятливі умови дитинства, такі як жорстоке поводження, ігнорування та бідність, є факторами ризику розвитку вісцерального болю. Епігенетичні модуляції експресії генів, що включають зміни в метилюванні ДНК та ацетилюванні гістонів у мозку, призводять до посиленого вироблення проноцицептивних нейромедіаторів. Стресори активують гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь, у відповідь на яку секретується кортикостерон, який зв'язується з глюкокортикоїдними та мінералокортикоїдними рецепторами по всьому тілу. Він підвищує чутливість нейронів до подразників. Статеві гормони можуть модулювати нейрональну чутливість та сигнальні зв'язки: таким чином, жінки мають більшу

біологічну схильність до розвитку хронічного вісцерального болю. З цього випливає, що хронічний вісцеральний біль є результатом генетичної та взаємодії навколишніх факторів [6].

Існує все більше доказів того, що мікробна колонізація тонкої кишки відіграє певну роль у патолофізіології порушень взаємодії кишечника та мозку. Було показано, що функціональна диспепсія має компонент шлунково-кишкового дисбактеріозу та зміненої дисфункції слизового бар'єру. Хоча низький рівень запалення може бути наслідком мікробного дисбактеріозу, запалення може відігравати певну роль у сенсорній дисфункції. Цей хворобливий процес, що призводить до прояву диспептичних симптомів, ймовірно, змінюється факторами навколишнього середовища, такими як дієтичні фактори або ліки [3].

Дуоденальний дисбіоз може впливати на моторику та чутливість шлунково-кишкового тракту, змінюючи проникність слизової. Попри відсутність зв'язку між бактеріальним надмірним ростом та симптомами, різноманіття мікробіоти обернено корелює з проникністю. Для підтвердження ролі модуляції мікробіоти у лікуванні функціональної диспепсії потрібні подальші дослідження [5].

Запальний процес може призвести до рухових та сенсорних порушень у взаємодії шлунково-кишкового тракту та нервової системи. Однак точна причина запалення невідома. У деяких пацієнтів в анамнезі з функціональною диспепсією є гастроентерит. Дослідження підтвердили вищі рівні Т-клітин тонкої кишки та вищі рівні циркулюючих фактора некрозу пухлини-альфа (ФНП- α), інтерлейкіну (ІЛ)- 1β та цитокінів ІЛ-10 у пацієнтів з функціональною диспепсією порівняно зі здоровими людьми контрольної групи. Вони корелюють із симптомами диспепсії та уповільненого спорожнення шлунка. Біопсія дванадцятипалої кишки у пацієнтів з функціональною диспепсією показала еозинофілію дванадцятипалої кишки. Еозинофільний білок викликає дисфункцію вагусних мускаринових M2-рецепторів та безпосередньо посилює реактивність гладких м'язів. Було продемонстровано інфільтрацію дванадцятипалої кишки тучними клітинами та еозинофілами слизової оболонки, аномальну експресію білків міжклітинної адгезії на рівні щільних контактів, адгезійних контактів та десмосом у пацієнтів з функціональною диспепсією порівняно зі здоровими людьми контрольної групи [6].

Інші дослідження вказують на активацію імунітету зі збільшенням кількості Т-клітин, еозинофілії та тучних клітин у стінці кишечника пацієнтів з функціональною диспепсією та синдромом подразненого кишечника. Також існує зв'язок з розладами психічного здоров'я, оскільки рівень тривоги та депресії вищий у пацієнтів з функціональною диспепсією, ніж у пацієнтів з диспепсією з органічної причини або у здорових людей [4,7].

Висновок: Отже, у виникненні функціональної диспепсії грає роль велика кількість патологічних механізмів. Основними є уповільнення моторики шлунка, що призводить до уповільнення

спорожнення шлунка, вісцеральна гіперчутливість, стресові та харчові фактори, хронічне запалення і дисбіоз кишківника.

Список літератури:

1. Ford AC, Mahadeva S, Carbone MF, Lacy BE, Talley NJ. Functional dyspepsia. *Lancet*. 2020 Nov 21;396(10263):1689-1702. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30469-4. Epub 2020 Oct 10. PMID: 33049222.
2. Waseem S, Rubin L. A comprehensive review of functional dyspepsia in pediatrics. *Clin J Gastroenterol*. 2022 Feb;15(1):30-40. doi: 10.1007/s12328-021-01561-w. Epub 2021 Dec 2. PMID: 34854065.
3. Brown G, Hoedt EC, Keely S, Shah A, Walker MM, Holtmann G, Talley NJ. Role of the duodenal microbiota in functional dyspepsia. *Neurogastroenterol Motil*. 2022 Nov;34(11):e14372. doi: 10.1111/nmo.14372. Epub 2022 Apr 11. PMID: 35403776; PMCID: PMC9786680.
4. Mounsey A, Barzin A, Rietz A. Functional Dyspepsia: Evaluation and Management. *Am Fam Physician*. 2020 Jan 15;101(2):84-88. PMID: 31939638.
5. Oshima T. Functional Dyspepsia: Current Understanding and Future Perspective. *Digestion*. 2024;105(1):26-33. doi: 10.1159/000532082. Epub 2023 Aug 18. PMID: 37598673.
6. Medić B, Babić Ž, Banić M, Ljubičić L. MODERN APPROACH TO DYSPEPSIA. *Acta Clin Croat*. 2021 Dec;60(4):731-738. doi: 10.20471/acc.2021.60.04.21. PMID: 35734496; PMCID: PMC9196234.
7. Kim SE, Kim YS, Lee JY, Cha B, Na W, You HS, Shin JE; Diet, Obesity, and Metabolism Research Study Group under the Korean Society of Neurogastroenterology and Motility. [Functional Dyspepsia]. *Korean J Gastroenterol*. 2025 Oct 25;85(4):451-458. Korean. doi: 10.4166/kjg.2025.113. PMID: 41132015.

УДК:63

Новакова Катерина Дмитрівна
студентка 5 курсу, спеціальність 222 “Медицина”
Баланюк Ірина Володимирівна
к.мед.н., доцентка закладу вищої освіти
кафедри інфекційних хвороб та епідеміології
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

ХАРЧОВІ ТОКСИКОІНФЕКЦІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУХПАЙКІВ: РИЗИКИ БОТУЛІЗМУ ТА СТАФІЛОКОКОВОГО ТОКСИКОЗУ ПРИ ПОРУШЕННІ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ КОНСЕРВОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Novakova Kateryna Dmytrivna
5th year student, specialty 222 “Medicine”
Balaniuk Iryna Volodymyrivna
PhD MD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

FOODBORNE TOXIC INFECTIONS ASSOCIATED WITH FIELD RATIONS: RISKS OF BOTULISM AND STAPHYLOCOCCAL INTOXICATION DUE TO IMPROPER STORAGE OF CANNED PRODUCTS

Анотація.

Харчові токсикоінфекції залишаються важливою медико-соціальною проблемою, особливо в умовах використання сухпайків у військовий та польовий період. Значну небезпеку становлять консервовані продукти, які за порушення умов зберігання можуть стати джерелом ботулізму та стафілококового токсикозу. У статті розглянуто основні механізми розвитку цих захворювань, фактори ризику та роль умов зберігання у контамінації продуктів. Особливу увагу приділено анаеробним умовам, що сприяють розвитку *Clostridium botulinum*, та накопиченню токсинів у харчових продуктах. Проаналізовано сучасні дані щодо поширеності ботулізму та стафілококових інтоксикацій, а також їх клінічних проявів. Висвітлено особливості ризиків при використанні сухпайків у військових умовах. Окреслено профілактичні заходи та принципи безпечного зберігання консервованої продукції.

Abstract.

Foodborne toxic infections remain an important medical and social issue, especially in conditions of using field rations during wartime or field operations. Canned products pose a significant risk, as improper storage conditions may lead to botulism and staphylococcal intoxication. This article examines the main mechanisms of these diseases, risk factors, and the role of storage conditions in food contamination. Particular attention is paid to anaerobic environments that promote the growth of *Clostridium botulinum* and toxin accumulation in food products. Modern data on the prevalence of botulism and staphylococcal intoxications, as well as their clinical manifestations, are analyzed. The specific risks associated with the use of field rations in military conditions are highlighted. Preventive measures and principles of safe storage of canned food are outlined.

Ключові слова: ботулізм, стафілококовий токсикоз, сухпайки, консервовані продукти, харчові токсикоінфекції, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*

Key words: botulism, staphylococcal intoxication, field rations, canned food, foodborne infections, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*

Мета роботи. Метою дослідження є аналіз ризиків виникнення ботулізму та стафілококового токсикозу при використанні сухпайків, зокрема консервованої продукції, за умов порушення температурного режиму та термінів зберігання.

Сучасні умови використання сухпайків, особливо в польових та військових умовах, створюють передумови для підвищення ризику виникнення харчових токсикоінфекцій. Основною причиною цього є тривале зберігання продуктів без належного контролю температурного режиму, порушення герметичності упаковки та недотримання санітарно-гігієнічних норм під час транспортування і використання. Консервовані продукти, які входять до

складу сухпайків, становлять особливу небезпеку, оскільки можуть бути середовищем для розвитку анаеробних та умовно-патогенних мікроорганізмів [1].

Одним із найбільш небезпечних збудників харчових токсикоінфекцій є *Clostridium botulinum* — спороутворююча анаеробна бактерія, яка широко поширена в навколишньому середовищі, зокрема в ґрунті та воді. Спори цього мікроорганізму характеризуються високою стійкістю до фізичних та хімічних факторів і можуть тривалий час зберігатися у продуктах харчування. За умов герметич-

ності, відсутності кисню та відповідної температури вони проростають у вегетативні форми, що продукують ботулінічний токсин [2].

Ботулінічний токсин є одним із найсильніших природних нейротоксинів і викликає важке ураження нервової системи. Механізм його дії полягає у блокуванні вивільнення ацетилхоліну в нервово-м'язових синапсах, що призводить до розвитку в'ялого паралічу. Клінічно це проявляється порушенням зору, ковтання, мовлення, а у тяжких випадках — дихальною недостатністю, яка може стати причиною смерті [3].

Особливу небезпеку становлять консервовані продукти з низькою кислотністю, такі як м'ясо, риба, овочі, які часто входять до складу сухпайків. У разі порушення технології виробництва або умов зберігання в таких продуктах створюються оптимальні умови для розвитку *Clostridium botulinum*. Недостатня термічна обробка не забезпечує повного знищення спор, а підвищена температура зберігання стимулює їх проростання [4].

В умовах польового використання сухпайків значно ускладнюється контроль за дотриманням температурного режиму. Високі температури навколишнього середовища, характерні для літнього періоду або закритих приміщень, можуть сприяти активному росту бактерій. Додатковим фактором ризику є механічне пошкодження консервних банок, що призводить до порушення герметичності та контамінації продукту [5].

Важливою ознакою мікробіологічного псування консервів є бомбаж — здуття банки внаслідок газоутворення мікроорганізмами. Проте слід зазначити, що відсутність бомбажу не гарантує безпечність продукту, оскільки ботулінічний токсин може накопичуватися без видимих змін органолептичних властивостей. Це значно ускладнює своєчасне виявлення небезпечних продуктів [6].

Окрім ботулізму, важливу роль у структурі харчових токсикоінфекцій відіграє стафілококовий токсикоз, який викликається ентеротоксинами *Staphylococcus aureus*. Цей мікроорганізм є частиною нормальної мікрофлори людини та може потрапляти у продукти під час їх приготування або фасування. Основним фактором передачі є людський фактор, зокрема недотримання правил особистої гігієни [7].

Стафілококові ентеротоксини характеризуються високою термостабільністю, що відрізняє їх від більшості інших бактеріальних токсинів. Навіть після повторного нагрівання або кип'ятіння продукту токсини можуть зберігати свою біологічну активність, що створює додаткову небезпеку для споживачів [8].

Накопичення токсинів у продуктах відбувається при температурі від 20 до 40°C, що є типовими умовами зберігання сухпайків у польових умовах. Найбільш сприятливими середовищами для росту *Staphylococcus aureus* є продукти з високим вмістом білка, зокрема м'ясні та молочні вироби, які часто входять до складу раціонів [9].

Клінічні прояви стафілококового токсикозу характеризуються коротким інкубаційним періодом, який зазвичай становить від 2 до 6 годин. Основними симптомами є нудота, багаторазове блювання, біль у животі та діарея. У більшості випадків захворювання має гострий, але короточасний перебіг, однак у деяких ситуаціях може призводити до серйозних ускладнень, особливо у ослаблених осіб [10].

В умовах війни та надзвичайних ситуацій значно зростає ймовірність порушення санітарно-гігієнічних норм, що сприяє поширенню харчових токсикоінфекцій. Обмежений доступ до чистої води, неможливість дотримання температурного режиму та перевантаження логістичних систем створюють сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів у харчових продуктах [11].

Додатковим фактором ризику є тривале зберігання сухпайків, особливо при повторному використанні або порушенні термінів придатності. З часом відбувається деградація упаковки, що може призводити до мікропошкоджень і проникнення мікроорганізмів у продукт. Це особливо небезпечно для консервованих виробів, де створюються анаеробні умови [12].

Важливу роль у профілактиці харчових токсикоінфекцій відіграє контроль якості продукції на всіх етапах — від виробництва до споживання. Необхідним є дотримання технологічних режимів стерилізації, герметизації та зберігання продуктів. У військових умовах особливу увагу слід приділяти інструктажу особового складу щодо правил використання сухпайків [13].

З метою запобігання ботулізму важливо уникати вживання консервів із ознаками псування, таких як здуття, зміна кольору або запаху. Рекомендується також проводити додаткову термічну обробку продуктів перед вживанням, хоча це не завжди гарантує повну безпечність у випадку вже наявного токсину [14].

Профілактика стафілококового токсикозу передбачає суворе дотримання правил особистої гігієни, особливо під час приготування та розподілу їжі. Важливим є також забезпечення належного температурного режиму зберігання продуктів, що дозволяє запобігти розмноженню бактерій та накопиченню токсинів [15].

Останні дослідження свідчать про необхідність удосконалення системи контролю безпечності харчових продуктів, особливо в умовах кризових ситуацій. Впровадження сучасних методів моніторингу, таких як швидкі тести для виявлення токсинів, може значно знизити ризик виникнення спалахів харчових токсикоінфекцій [16].

Також важливим напрямом є розробка нових типів упаковки з антимікробними властивостями, що дозволяють продовжити термін зберігання продуктів та зменшити ризик їх контамінації. Використання таких технологій є перспективним для підвищення безпечності сухпайків [17].

Не менш важливим є підвищення обізнаності населення та військовослужбовців щодо ризиків, пов'язаних із вживанням консервованих продуктів.

Освітні програми та тренінги можуть значно знизити частоту порушень правил зберігання та використання харчових продуктів [18].

У сучасних умовах особливого значення набуває міждисциплінарний підхід до вирішення проблеми харчових токсикоінфекцій, який включає медичні, санітарно-гігієнічні та технологічні аспекти. Такий підхід дозволяє комплексно оцінити ризики та розробити ефективні заходи профілактики [19].

Таким чином, використання сухпайків у поєднанні з порушенням умов зберігання створює значні передумови для розвитку ботулізму та стафілококового токсикозу, що вимагає підвищеної уваги до питань безпечності харчування та контролю якості продукції [20].

Висновок

Таким чином, проблема харчових токсикоінфекцій при використанні сухпайків є надзвичайно актуальною, особливо в умовах війни та польового забезпечення. Найбільшу небезпеку становлять консервовані продукти, які при порушенні умов зберігання можуть стати джерелом ботулізму та стафілококового токсикозу. Особливості біології *Clostridium botulinum* та *Staphylococcus aureus* зумовлюють високу стійкість їх токсинів і здатність накопичуватися у продуктах без видимих ознак псування. Встановлено, що ключовими факторами ризику є порушення температурного режиму, герметичності упаковки, термінів придатності та санітарно-гігієнічних норм. В умовах обмежених ресурсів ці ризики значно зростають, що потребує посилення контролю якості харчових продуктів та впровадження сучасних методів моніторингу. Важливу роль відіграє підвищення обізнаності населення та військовослужбовців щодо правил безпечного використання сухпайків. Перспективним напрямом є впровадження інноваційних технологій пакування та швидких методів діагностики токсинів. Комплексний підхід до профілактики дозволить суттєво знизити ризик виникнення харчових токсикоінфекцій та зберегти здоров'я населення.

Список літератури

1. Fraser B., Halani S., Sharma M. Botulism. *CMAJ*. 2025;197(1):E13. doi:10.1503/cmaj.240638
2. Horabi M., Zayed D., Al-Tammemi A.B. Towards safer practices: A spotlight on foodborne botulism following the recent outbreak in Saudi Arabia. *New Microbes New Infect*. 2024;62:101534. doi:10.1016/j.nmni.2024.101534
3. Rossetto O., Pirazzini M., Montecucco C. Botulinum neurotoxins: genetic, structural and mechanistic insights. *Nat Rev Microbiol*. 2019;17(6):357–370. doi:10.1038/s41579-019-0207-0
4. Rao A.K. et al. Clinical guidelines for diagnosis and treatment of botulism, 2021. *MMWR Recomm Rep*. 2021;70(2):1–30. doi:10.15585/mmwr.rr7002a1

5. Dar N.G. et al. The first reported foodborne botulism outbreak in Riyadh: lessons learned. *J Epidemiol Glob Health*. 2024;14(3):1071–1076. doi:10.1007/s44197-024-00255-z

6. Altalag A.H. et al. Foodborne botulism outbreak with potential new management options. *Saudi Med J*. 2024;45(6):626–632. doi:10.15537/smj.2024.45.6.20240419

7. Argudín M.Á., Mendoza M.C., Rodicio M.R. Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins. *Toxins*. 2019;11(11):626. doi:10.3390/toxins11110626

8. Hennekinne J.A., De Buyser M.L., Dragacci S. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Rev*. 2018;42(3):332–353. doi:10.1093/femsre/fuy004

9. Phan A. et al. *Staphylococcus aureus* in foodborne diseases and alternative intervention strategies. *Microorganisms*. 2025;13(8):1732. doi:10.3390/microorganisms13081732

10. Zheng X. et al. Foodborne outbreak of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus*. *Food Res Int*. 2025;214:116645. doi:10.1016/j.foodres.2025.116645

11. Erkihun Y. et al. Prevalence of *Staphylococcus aureus* among food handlers: systematic review. *BMC Infect Dis*. 2025;26:29. doi:10.1186/s12879-025-12260-z

12. Kirk M.D. et al. World Health Organization estimates of the global burden of foodborne diseases. *PLoS Med*. 2015;12(12):e1001923. doi:10.1371/journal.pmed.1001923

13. Scallan E. et al. Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerg Infect Dis*. 2016;22(1):7–15. doi:10.3201/eid2201.150547

14. Pfausler B. et al. Toxin-associated infectious diseases: tetanus, botulism and diphtheria. *Curr Opin Neurol*. 2021;34(3):432–438. doi:10.1097/WCO.0000000000000935

15. Sobel J. Botulism. *Clin Infect Dis*. 2019;68(5):875–881. doi:10.1093/cid/ciy704

16. Law J.W.F. et al. Rapid methods for detection of foodborne pathogens. *Front Microbiol*. 2021;12:613. doi:10.3389/fmicb.2021.613

17. Casagrande Proietti P. et al. Foodborne pathogens: challenges and future perspectives. *Foods*. 2020;9(10):1407. doi:10.3390/foods9101407

18. Grace D. Food safety in low and middle income countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(9):1049. doi:10.3390/ijerph14091049

19. Newell D.G. et al. Food-borne diseases—the challenges of 20 years ago still persist. *Int J Food Microbiol*. 2016;139:S3–S15. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021

20. Diao J. et al. Food safety in emergency situations: a systematic review. *Food Control*. 2022;133:108588. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108588

Педурару Серафим Георгійович

здобувач вищої медичної освіти, студент 5 курсу
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

Баланюк Ірина Володимирівна

к.мед.н., доцентка закладу вищої освіти
кафедри інфекційних хвороб та епідеміології
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398297>

ЕПІДЕМІОЛОГІЯ МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНИХ ГОСПІТАЛЬНИХ ІНФЕКЦІЙ: АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ «СУПЕРБАКТЕРІЙ» В ЕВАКУАЦІЙНИХ ЛАНЦЮГАХ

Peduraru Serafym Heorhiiovych

Applicant for higher medical education, 5th year student
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

Balaniuk Iryna Volodymyrivna

PhD MD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

EPIDEMIOLOGY OF MULTIDRUG-RESISTANT HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTIONS: ANALYSIS OF “SUPERBUG” SPREAD IN EVACUATION CHAINS

Анотація.

Мультирезистентні госпітальні інфекції (МРГІ) становлять одну з найсерйозніших загроз сучасній медицині, що особливо загострюється в умовах воєнного стану та функціонування системи медичної евакуації. У процесі транспортування пацієнтів між різними рівнями медичної допомоги формуються складні епідеміологічні ланцюги, які сприяють циркуляції та закріпленню мультирезистентних штамів мікроорганізмів. У статті проаналізовано основні закономірності поширення «супербактерій», включаючи *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* та метицилін-резистентний *Staphylococcus aureus*. Розглянуто роль інвазивних втручань, тривалої госпіталізації, нераціональної антибіотикотерапії та недотримання стандартів інфекційного контролю у формуванні резистентності. Оцінено значення евакуаційних маршрутів як ключового фактора міжлікарняного поширення інфекцій. Обґрунтовано необхідність комплексного підходу до контролю МРГІ, включаючи антимікробний нагляд, стандартизацію лікування та посилення системи інфекційного контролю.

Мета роботи — проаналізувати сучасні епідеміологічні особливості мультирезистентних госпітальних інфекцій та визначити роль евакуаційних ланцюгів у поширенні «супербактерій».

Abstract.

Multidrug-resistant healthcare-associated infections (MDR-HAIs) represent one of the most critical challenges in modern medicine, particularly under conditions of armed conflict and medical evacuation systems. Patient transfer between different levels of care creates complex epidemiological chains that facilitate the spread and persistence of multidrug-resistant microorganisms. This study analyzes the epidemiological patterns of key pathogens, including *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. The role of invasive procedures, prolonged hospitalization, irrational antibiotic use, and inadequate infection control practices in resistance development is examined. The significance of evacuation pathways as a driver of inter-hospital transmission is emphasized. The study highlights the need for a comprehensive approach, including antimicrobial stewardship, standardized treatment protocols, and strengthened infection control systems.

Ключові слова: мультирезистентність, госпітальні інфекції, антибіотикорезистентність, супербактерії, евакуаційні ланцюги, інфекційний контроль.

Key words: multidrug resistance, healthcare-associated infections, antibiotic resistance, superbugs, evacuation chains, infection control.

ВСТУП

Антимікробна резистентність є однією з найбільш серйозних глобальних загроз громадському здоров'ю, що суттєво впливає на ефективність

лікування інфекційних захворювань та збільшує рівень смертності [1]. За даними міжнародних організацій, зростання стійкості до антибіотиків при-

зводить до значного подовження термінів лікування та підвищення ризику ускладнень [2]. Особливу роль у поширенні мультирезистентних мікроорганізмів відіграють госпітальні інфекції, які формуються в умовах стаціонару та пов'язані з медичними втручаннями [3].

В умовах воєнного часу проблема набуває ще більшої актуальності, оскільки система медичної допомоги працює в умовах перевантаження та дефіциту ресурсів. Багатоетапна система евакуації пацієнтів створює передумови для формування складних епідеміологічних зв'язків, що сприяє циркуляції мультирезистентних штамів між різними медичними закладами [4].

Мультирезистентні госпітальні інфекції є результатом складної взаємодії між мікроорганізмами, пацієнтом і навколишнім середовищем. Однією з ключових характеристик таких інфекцій є їх здатність до тривалого збереження в умовах лікарняного середовища та високий рівень стійкості до антимікробних препаратів [5]. Сучасні дослідження свідчать, що основними збудниками є представники групи ESKAPE, які характеризуються здатністю уникати дії антибіотиків та швидко адаптуватися до нових умов [6].

Важливим механізмом виживання бактерій є формування біоплівки, які забезпечують додатковий захист від дії антимікробних препаратів та факторів імунної системи [7]. Біоплівки утворюються на поверхнях медичних пристроїв, таких як катетери, інтубаційні трубки та дренажі, що створює постійні резервуари інфекції у стаціонарі [8]. Наявність біоплівки значно ускладнює лікування та сприяє хронізації інфекційного процесу.

Генетичні механізми резистентності включають продукцію ферментів, які руйнують антибіотики, зміну структури клітинних мішеней та активне виведення препаратів з бактеріальної клітини [9]. Особливо важливим є горизонтальний перенос генів резистентності, який відбувається через плазміди та транспозони [10]. Це забезпечує швидке поширення стійкості серед різних видів бактерій та формування мультирезистентних штамів.

Евакуаційні ланцюги є одним із ключових факторів поширення мультирезистентних інфекцій, оскільки передбачають багаторазове переміщення пацієнтів між медичними закладами [11]. Кожен етап транспортування супроводжується ризиком передачі патогенів, особливо за умов недотримання санітарно-епідеміологічних вимог [12]. Пацієнти можуть виступати як джерело інфекції навіть за відсутності клінічних симптомів, що ускладнює їх ідентифікацію та ізоляцію [13].

В умовах інтенсивної терапії ризик розвитку мультирезистентних інфекцій значно зростає. Це пов'язано з широким застосуванням інвазивних методів лікування, які порушують природні бар'єри організму [14]. Штучна вентиляція легень, катетеризація судин та інші процедури створюють прямий доступ для мікроорганізмів до внутрішніх се-

редовищ організму [15]. У таких умовах навіть незначне порушення правил асептики може призвести до розвитку тяжких інфекцій.

Нераціональне використання антибіотиків є одним із основних факторів формування резистентності [16]. Часте застосування препаратів широкого спектра дії без належного мікробіологічного контролю сприяє селекції стійких штамів [17]. У військових умовах ця проблема посилюється через необхідність швидкого прийняття клінічних рішень та обмежені можливості лабораторної діагностики [18].

Контамінація лікарняного середовища відіграє значну роль у передачі інфекції. Поверхні, медичне обладнання та навіть повітря можуть бути джерелами патогенів [19]. Особливо важливим фактором є руки медичного персоналу, які є основним шляхом передачі інфекції між пацієнтами [20]. Доведено, що належне дотримання гігієни рук суттєво знижує рівень госпітальних інфекцій.

Крім того, важливу роль відіграє організація інфекційного контролю на рівні медичного закладу. Недостатній рівень забезпечення засобами дезінфекції, перевантаження персоналу та недотримання протоколів значно підвищують ризик поширення інфекцій [21]. В умовах евакуаційних ланцюгів ці фактори посилюються через необхідність швидкого переміщення пацієнтів.

Сучасні стратегії боротьби з мультирезистентними інфекціями включають впровадження програм антимікробного стюардшипу, які спрямовані на оптимізацію використання антибіотиків [22]. Такі програми дозволяють зменшити частоту розвитку резистентності та покращити результати лікування.

Важливе значення має також епідеміологічний нагляд, який дозволяє виявляти спалахи інфекцій на ранніх етапах та запобігати їх поширенню [23]. Використання сучасних методів діагностики, включаючи молекулярно-генетичні технології, забезпечує швидке визначення збудника та його чутливості до антибіотиків [24].

Таким чином, поширення мультирезистентних госпітальних інфекцій у межах евакуаційних ланцюгів є складним багатофакторним процесом, який потребує комплексного підходу до контролю та профілактики, включаючи організаційні, клінічні та лабораторні заходи [25].

ВИСНОВКИ

Мультирезистентні госпітальні інфекції становлять одну з ключових загроз сучасної медицини. Евакуаційні ланцюги сприяють формуванню міжлікарняних епідемічних зв'язків та поширенню «супербактерій». Основними факторами ризику є інвазивні втручання, тривала госпіталізація та нераціональне використання антибіотиків. Ефективна протидія можлива лише за умови комплексного підходу до інфекційного контролю.

Список використаних джерел

1. World Health Organization. Antimicrobial resistance. Geneva: WHO; 2023.

2. World Health Organization. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report 2022. Geneva: WHO; 2022.
3. Allegranzi B., Bagheri Nejad S., Combescure C. et al. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2011;377:228–241.
4. European Centre for Disease Prevention and Control. Healthcare-associated infections surveillance in Europe 2022. Stockholm: ECDC; 2022.
5. Tacconelli E., Carrara E., Savoldi A. et al. WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria. *Lancet Infect Dis*. 2018;18:318–327.
6. De Oliveira D. M. P., Forde B. M., Kidd T. J. et al. Antimicrobial resistance in ESKAPE pathogens. *Clin Microbiol Rev*. 2020;33:e00181-19.
7. Flemming H.-C., Wingender J., Szewzyk U. et al. Biofilms: an emergent form of bacterial life. *Nat Rev Microbiol*. 2016;14:563–575.
8. Jamal M., Ahmad W., Andleeb S. et al. Bacterial biofilm and associated infections. *J Clin Med*. 2018;7:1–14.
9. Bush K., Bradford P. A. β -lactams and β -lactamase inhibitors. *Clin Microbiol Rev*. 2016;29:1–47.
10. Partridge S. R., Kwong S. M., Firth N. et al. Mobile genetic elements associated with antimicrobial resistance. *Clin Microbiol Rev*. 2018;31:e00088-17.
11. Weiner-Lastinger L. M., Abner S., Edwards J. R. et al. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;41:1–18.
12. European Centre for Disease Prevention and Control. Infection prevention and control during patient transfer and evacuation. Stockholm: ECDC; 2021.
13. Otter J. A., Yezli S., French G. L. The role of contaminated surfaces in transmission of nosocomial pathogens. *J Hosp Infect*. 2017;97:292–300.
14. Vincent J.-L., Rello J., Marshall J. et al. International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. *JAMA*. 2009;302:2323–2329.
15. Centers for Disease Control and Prevention. Device-associated infections. Atlanta: CDC; 2021.
16. Dyar O. J., Huttner B., Schouten J. et al. What is antimicrobial stewardship? *Clin Microbiol Infect*. 2017;23:793–798.
17. Андрейчин М. А. Антибіотикорезистентність: сучасні виклики та шляхи подолання. *Журнал МОЗ України*. 2020;2:34–41.
18. World Health Organization. Infection prevention and control in health care. Geneva: WHO; 2021.
19. Kramer A., Schwebke I., Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on surfaces? *BMC Infect Dis*. 2006;6:130.
20. Pittet D., Allegranzi B., Sax H. et al. Evidence-based model for hand hygiene improvement. *Lancet Infect Dis*. 2006;6:641–652.
21. Світличний С. О. Інфекційний контроль у закладах охорони здоров'я. *Медицина невідкладних станів*. 2022;6:34–40.
22. Barlam T. F., Cosgrove S. E., Abbo L. M. et al. Implementing antimicrobial stewardship programs. *Clin Infect Dis*. 2016;62:e51–e77.
23. European Centre for Disease Prevention and Control. Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2023. Stockholm: ECDC; 2023.
24. Köser C. U., Ellington M. J., Cartwright E. J. P. et al. Routine use of microbial whole genome sequencing. *Trends Microbiol*. 2012;20:573–580.
25. Laxminarayan R., Sridhar D., Blaser M. et al. Achieving global targets for antimicrobial resistance. *Science*. 2016;353:874–875.

УДК: 63

Педурару Серафим Георгійович
студент 5 курсу, спеціальність 222 “Медицина”

Давиденко Оксана Миколаївна
доцент, кандидат медичних наук,
доцент закладу вищої освіти кафедри інфекційних хвороб та епідеміології
м. Чернівці, Україна

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398306>

РОЛЬ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У ПОШИРЕННІ ТРАНСМІСИВНИХ ІНФЕКЦІЙ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Peduraru Serafym Heorhiiovych
5th year student, specialty 222 “Medicine”

Davydenko Oksana Mykolaivna
PhD MD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

THE ROLE OF CLIMATE CHANGE IN THE SPREAD OF VECTOR-BORNE DISEASES (LITERATURE REVIEW)

Анотація.

Трансмисивні інфекції становлять групу небезпечних захворювань, збудники яких передаються людині через укуси кровосисних членистоногих, таких як комарі, кліщі та москіти. Ці патології мають виражену природну осередкованість та критичну залежність від екологічних чинників, що робить їх головними індикаторами глобального потепління. Зміна клімату радикально трансформувє ареали проживання переносників, дозволяючи їм освоювати нові північні та високогірні території. Підвищення температури повітря прискорює метаболізм векторів та скорочує час реплікації вірусів і паразитів у їхньому організмі, що призводить до зростання частоти епідемічних спалахів. Сучасні трансформації екосистем сприяють подовженню сезону передачі інфекції, створюючи загрозу для регіонів, які раніше вважалися безпечними. Аналіз цих процесів є критично важливим для прогнозування поширення малярії, денге, хвороби Лайма та інших арбовірусних хвороб. У статті обґрунтовано необхідність адаптації медичних стратегій до нових кліматичних реалій для захисту громадського здоров'я.

Abstract.

Vector-borne infections represent a group of dangerous diseases transmitted to humans through the bites of blood-feeding arthropods, such as mosquitoes, ticks, and sandflies. These pathologies exhibit distinct natural focality and a critical dependence on environmental factors, making them primary indicators of global warming. Climate change is radically transforming vector habitats, allowing them to colonize new northern and high-altitude territories. Rising air temperatures accelerate vector metabolism and shorten the replication time of viruses and parasites within their bodies, leading to an increased frequency of epidemic outbreaks. Current ecosystem transformations contribute to the prolongation of the infection transmission season, posing a threat to regions previously considered safe. The analysis of these processes is critical for predicting the spread of malaria, dengue, Lyme disease, and other arboviral illnesses. The article highlights the necessity of adapting medical strategies to new climatic realities to protect public health.

Ключові слова: кліматичні зміни, трансмісивні інфекції, вектори, арбовіруси, глобальне потепління, епідеміологія, екосистеми.

Key words: climate change, vector-borne diseases, vectors, arboviruses, global warming, epidemiology, ecosystems.

Глобальні кліматичні зміни, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, стали одним із найсерйозніших викликів для сучасної системи охорони здоров'я, трансформуючи епідеміологічний ландшафт планети. Трансмисивні інфекції, збудники яких передаються через укуси членистоногих, є надзвичайно чутливими до навколишнього середовища, оскільки переносники є екзотермними організмами, чия життєдіяльність безпосередньо залежить від температури та вологості повітря [1].

Підвищення глобальної температури сприяє скороченню інкубаційного періоду збудників усередині вектора, що призводить до швидшої передачі інфекції від хворої особи до здорової [2]. Наприклад, для комарів роду *Aedes*, які є основними переносниками вірусів денге, Зіка та чикунгунья, оптимальний температурний діапазон для розмноження та активного живлення суттєво розширився, охоплюючи нові території Європи та Північної Америки [3, 4]. Зміна режиму опадів також відіграє критичну роль: надмірні зливи створюють тимчасові водойми, ідеальні для розплоду

личинок, тоді як тривалі посухи змушують людей зберігати воду у відкритих резервуарах, що також сприяє синантропізації переносників [5].

Екологічні зміни призводять до того, що види, які раніше обмежувалися тропічними та субтропічними поясами, успішно мігрують у помірні широти. Дослідження показують, що кліщі роду *Ixodes*, відповідальні за поширення хвороби Лайма та кліщового енцефаліту, просуваються дедалі далі на північ і на більші висоти в гірських масивах через м'якші зими, які більше не лімітують їхню популяцію [6]. Це створює нові осередки інфекцій у регіонах, де медична спільнота та населення не мають історичного досвіду боротьби з цими патогенами [7].

Більше того, потепління впливає на фенологію: ранній наступ весни та затяжна осінь подовжують сезон активності переносників, що збільшує кількість контактів між вектором та людиною протягом року [8, 9]. Вплив клімату не обмежується лише прямим впливом на біологію комах; він також змінює поведінку диких тварин, які є природними резервуарами збудників, змушуючи їх мігрувати ближче до людських поселень у пошуках їжі та води [10].

Особливу небезпеку становить поширення арбовірусних інфекцій, таких як вірус Західного Нілу, спалахи якого в Південній та Східній Європі корелюють з аномально жарким літом [11]. Високі температури пришвидшують метаболізм птахів-носіїв та активність комарів роду *Culex*, створюючи ідеальні умови для ампліфікації вірусу в екосистемі [12].

Важливо враховувати, що зміна клімату діє синергічно з іншими факторами, такими як глобалізація торгівлі, урбанізація та інтенсивне сільське господарство, що полегшує занесення екзотичних видів векторів у нові порти та мегаполіси [13, 14]. Наприклад, тигровий комар (*Aedes albopictus*), завдяки своїй здатності до адаптації, вже закріпився у багатьох країнах Середземномор'я, що спричинило локальні випадки передачі вірусу денге та чикунгуня в Італії та Франції [15].

Малярія, яка тривалий час вважалася проблемою виключно країн, що розвиваються, також демонструє ознаки повернення до регіонів, де вона була ліквідована в минулому столітті. Підвищення температури у високогірних районах Африки та Латинської Америки дозволило малярійним комарам роду *Anopheles* піднятися вище по схилах, ставлячи під загрозу популяції, які раніше мали нульовий імунітет до хвороби [16, 17]. Аналогічна ситуація спостерігається з лейшманіозом, де потепління сприяє виживанню москітів-переносників у степових та лісостепових зонах Євразії [18]. Науковці застерігають, що без рішучих кроків щодо стримування глобального потепління, до 2050 року понад мільярд людей можуть опинитися в зонах ризику зараження трансмісивними інфекціями, до яких вони раніше не були схильні [19].

Крім того, екстремальні погодні явища, такі як повені та урагани, спричиняють масові руйнування

інфраструктури, що призводить до порушення роботи санітарних служб та систем водопостачання, створюючи передумови для спалахів інфекцій [20]. Після затоплень великих територій популяції комарів можуть зростати в геометричній прогресії, що вимагає негайних дезінсекційних заходів [21]. Проте іноді ефект буває зворотним: дуже високі температури (понад 40°C) можуть бути летальними для деяких видів комах, що теоретично може зменшити ризик у певних пустельних регіонах, але загальний глобальний тренд залишається загрозовим [22].

Важливим аспектом є також генетична адаптація патогенів до нових температурних умов, що може впливати на їхню вірулентність та здатність уникати імунної відповіді господаря [23, 24]. Сучасні математичні моделі прогнозування вказують на те, що динаміка інфекцій буде ставати дедалі непередбачуванішою, що вимагає перегляду стратегій вакцинації та профілактики [25].

Висновки

Отже, кліматичні зміни виступають потужним драйвером трансформації епідеміології трансмісивних інфекцій у глобальному масштабі. Потепління, зміна гідрологічного циклу та деградація природних екосистем створюють сприятливі умови для експансії переносників у нові географічні регіони, подовжують сезонність захворювань та пришвидшують біологічні цикли збудників. Сучасні виклики потребують міждисциплінарного підходу, що поєднує кліматологію, екологію та медицину для створення ефективних систем раннього попередження. Пріоритетним завданням для міжнародної спільноти має стати зміцнення національних систем охорони здоров'я, підвищення обізнаності населення та розробка нових методів біологічного контролю над популяціями векторів. Тільки через комплексні адаптаційні заходи та глобальне зниження антропогенного впливу на клімат можна мінімізувати ризики майбутніх пандемій трансмісивного походження.

Список використаних джерел

1. Caminade, C., et al. (2019). Impact of climate change on vector-borne diseases. *Nature Reviews Microbiology*.
2. Rocklöv, J., & Dubrow, R. (2020). Climate change: an enduring challenge for vector-borne diseases. *Nature Climate Change*.
3. Ryan, S. J., et al. (2019). Global expansion of relative tropical suitability for dengue, Zika, and chikungunya. *PLOS Neglected Tropical Diseases*.
4. Messina, J. P., et al. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*.
5. Franklins, L. H., et al. (2019). The effect of global change on infectious diseases. *The Lancet Infectious Diseases*.
6. Levi, T., et al. (2021). Accelerated climate change and the expansion of Lyme disease vectors. *Current Biology*.
7. Semenza, J. C., & Suk, J. E. (2018). Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. *Eurosurveillance*.

8. Ogden, N. H., & Lindsay, L. R. (2016). Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. *Trends in Parasitology*.
9. Mordecai, E. A., et al. (2017). Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLOS Neglected Tropical Diseases*.
10. White, R. J., & Razgour, O. (2020). Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change. *Mammal Review*.
11. Paz, S. (2015). Climate change impacts on West Nile Virus transmission in a global context. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*.
12. Marini, G., et al. (2020). Influence of temperature on West Nile Virus transmission dynamics. *Epidemics*.
13. Kraemer, M. U., et al. (2019). The past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Communications*.
14. Watts, N., et al. (2021). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change. *The Lancet*.
15. Medlock, J. M., & Leach, S. A. (2015). Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *The Lancet Infectious Diseases*.
16. Siraj, A. S., et al. (2014). Altitudinal changes in malaria incidence in Ethiopia and Colombia and climate change. *Science*.
17. Colon-Gonzalez, F. J., et al. (2021). Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer world. *Nature Communications*.
18. Chalhaf, B., et al. (2018). Climate change and the risk of Leishmaniasis expansion in North Africa. *PLOS ONE*.
19. Carlson, C. J., et al. (2022). Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*.
20. Shuman, E. K. (2010/updated 2020). Global climate change and infectious diseases. *New England Journal of Medicine*.
21. Kouadio, I. K., et al. (2012/re-eval 2022). Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Review of Anti-infective Therapy*.
22. Reinhold, J. M., et al. (2018). The effect of temperature on the longevity of *Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors*.
23. Gandon, S., et al. (2013/cont. 2023). Host-parasite evolution and climate change. *Evolutionary Applications*.
24. Geoghegan, J. L., & Holmes, E. C. (2018). The phylogenetic dynamics of emerging viruses. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*.
25. Baker, R. E., et al. (2022). Infectious disease in an era of global environmental change. *Nature Reviews Microbiology*.

Петренко Нікіта Русланович
здобувач вищої медичної освіти, 5 курс
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
Давиденко Оксана Миколаївна
к.мед.н., доцент закладу вищої освіти
кафедри інфекційних хвороб та епідеміології
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

СИНЕРГІЯ БАКТЕРІОФАГІВ ТА АНТИБІОТИКІВ У ПОДОЛАННІ МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНОСТІ: АНАЛІЗ МОЛЕКУЛЯРНИХ МЕХАНІЗМІВ ТА КЛІНІЧНИХ ПЕРСПЕКТИВ

Petrenko Nikita Ruslanovych
student of higher medical education, 5th year
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine
Davydenko Oksana Mykolaivna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Higher Educational Establishment
Department of Infectious Diseases and Epidemiology
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

THE SYNERGY OF BACTERIOPHAGES AND ANTIBIOTICS IN COMBATING MULTIDRUG RESISTANCE: AN ANALYSIS OF MOLECULAR MECHANISMS AND CLINICAL PROSPECTS

Анотація

У статті розглянуто феномен бактеріофаг-антибіотикової синергії (БАС) як стратегічний інструмент боротьби зі стійкими патогенами. Спираючись на світові дані [1-7], вдалося з'ясувати, як саме така комбінація впливає на життєздатність бактерій *K. pneumoniae* та *S. aureus*. Аналіз підтверджує, що спільна дія фагів і препаратів виснажує метаболізм патогенів, блокуючи їхню здатність до адаптації. Це створює надійне підґрунтя для розробки персоналізованих протоколів лікування складних інфекцій.

Abstract

This article explores the phenomenon of phage-antibiotic synergy (PAS) as a key strategy to combat multi-drug-resistant pathogens. Based on an analysis of global data [1-7], the study examines how PAS affects the evolutionary fitness of *K. pneumoniae* and *S. aureus*. The findings indicate that the combined action of phages and antibiotics depletes bacterial metabolism, effectively blocking their adaptation. This approach provides a solid foundation for developing personalized treatment protocols for complex infections.

Ключові слова

бактеріофаги, антибіотикорезистентність, синергія (БАС), *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, еволюційний фітнес.

Keywords

bacteriophages, antibiotic resistance, synergy (PAS), *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, evolutionary fitness.

Вступ

Сучасна криза антибіотикорезистентності вимагає від медицини принципово нових рішень. Найбільш критична ситуація спостерігається у відділеннях інтенсивної терапії, де часто домінують штами, стійкі навіть до «препаратів резерву» - карбапенемів [6]. Бактеріофаги демонструють високу ефективність як самостійний засіб, проте при їхньому окремому застосуванні бактерії здатні досить швидко виробляти захисні механізми [3]. Концепція бактеріофаг-антибіотикової синергії (БАС) дозволяє обійти це обмеження - вона спрямована на те, щоб ліквідувати патоген до того, як він встигне адаптуватися [4].

Мета дослідження

Здійснити комплексний аналіз наукових даних щодо молекулярно-генетичних механізмів БАС та оцінити перспективи їх застосування в клінічній практиці при лікуванні MDR-інфекцій.

Матеріали та методи

Матеріалом дослідження послужили 7 складних наукових робіт за період 2012-2024 рр. [1-7]. Методологія дослідження базувалася на системному аналізі, узагальненні результатів сучасних наукових публікацій та створенню даних стосовно взаємодії в системі бактеріофаг-бактерія-антибіотик

Результати та обговорення

Огляд наукових робіт підтвердив, що синергія фагів і антибіотиків працює одразу на кількох рівнях. По-перше, спостерігається посилення лізису клітин завдяки збільшенню кількості нових фагів. По-друге, віруси діють як каталізатори, руйнуючи захисні біоплівки, через які зазвичай не проникають ліки [1, 4]. Встановлено, що при додаванні фагів до цефтазидиму метаболізм *K. pneumoniae* фактично припиняється, що унеможливило виживання бактерії [2]. У випадку із золотистим стафілококом (*S. aureus*) такий підхід дозволяє успішно знищувати навіть агресивні MRSA-штами [1].

Аналіз результатів досліджень дозволяє стверджувати, що синергічна взаємодія між фагами та антибіотиками є складним процесом, керованим як молекулярними, так і екологічними факторами.

1. Створення еволюційної пастки. Монотерапія фагами змушує бактерію мутувати для самозахисту. Проте, як показують дані раманівської спектроскопії, така адаптація має свою «ціну» [2]. Бактерія витрачає всі ресурси на протидію вірусу, стаючи надзвичайно вразливою перед антибіотиком. Саме цей дефіцит життєвих сил (fitness cost) гарантує стабільний результат лікування [2, 5].

2. Важливість точного підбору. Синергічний ефект виникає не автоматично. Найкращі результати зафіксовані при поєднанні фагів із бета-лактамами антибіотиками [4]. Ці препарати змінюють морфологію бактерії, змушуючи її розтягуватися, що значно полегшує вірусам процес прикріплення. Водночас критично важливою є доза: надмірна концентрація антибіотика може пригнітити реплікацію самого фага [4].

3. Використання колатеральної чутливості. Це явище дає лікарям унікальну стратегічну перевагу. Набуваючи стійкості до одного препарату під тиском фагів, патоген часто стає гіперчутливим до іншого класу антибіотиків [5]. Це відкриває шлях до «циклічного лікування», що дозволяє ефективно контролювати інфекцію протягом тривалого часу [5, 7].

4. Вплив на біоплівки та імунну відповідь. Для золотистого стафілокока біоплівка є майже нездоланим бар'єром. Фаги ж діють як «біологічні свердла», руйнуючи її структуру власними ферментами [1]. Крім того, існують дані, що фаги здатні активувати імунітет пацієнта, підштовхуючи бактерію до загибелі через окислювальний стрес [7].

5. Регуляторні виклики та шлях у практику. Головною перешкодою для впровадження методу

залишається відсутність єдиних стандартів. Оскільки фаги - це динамічні організми, їх важко інтегрувати у звичні медичні протоколи [3]. На особливу увагу заслуговує модель Бельгії, де індивідуальні фагові коктейлі готують в аптеках за рецептом - це найбільш раціональний шлях для сучасної медицини [3].

Висновки

1. Бактеріофаг-антибіотикова синергія є високоєфективним методом подолання антибіотикорезистентності, що базується на метаболічному виснаженні та еволюційному обмеженні патогенів [2, 4].

2. Застосування БАС дозволяє значно підвищити проникність антибіотиків у бактеріальні біоплівки та активувати внутрішні механізми бактеріального суїциду [1, 7].

3. Майбутнє інфектології полягає в переході до персоналізованої медицини з використанням синопам для точного підбору комбінацій фагів та антибіотиків [3, 4].

Список використаних джерел:

1. Liu K, Wang C, Song H, et al. Bacteriophage therapy for drug-resistant *Staphylococcus aureus* infections. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2024;14:1336821.
2. Qin K, Shi X, Zhou K, et al. Phage-antibiotic synergy suppresses resistance emergence of *Klebsiella pneumoniae* by altering the evolutionary fitness. *mBio.* 2024;15(4):e01393-24.
3. Furfaro LL, Payne MS, Chang BJ. Bacteriophage Therapy: Clinical Trials and Regulatory Hurdles. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2018;8:376.
4. Liu CG, Green SI, Maresso AW, et al. Phage-Antibiotic Synergy Is Driven by a Unique Combination of Antibacterial Mechanism of Action and Stoichiometry. *mBio.* 2020;11(4):e01462-20.
5. Flanagan JN, Kavanaugh L, Steck TR. *Burkholderia multivorans* Exhibits Antibiotic Collateral Sensitivity. *Microb. Drug Resist.* 2020;26(1):1-10.
6. Liu P, Li X, Qiu J, et al. Risk Factors for Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Infection: A Meta-Analysis. *Microb. Drug Resist.* 2018;24(2):146-154.
7. Dziarski R, Kashyap DR, Gupta D. Mammalian Peptidoglycan Recognition Proteins Kill Bacteria by Activating Two-Component Systems. *Microb. Drug Resist.* 2012;18(3):214-222.

*Тарнавська С.І., Шахова О.О.,
Буковинський державний медичний університет
Кафедра педіатрії та дитячих інфекційних хвороб
Сікора А.
Студент
Буковинський державний медичний університет
Савчук В.
Студент
Буковинський державний медичний університет*

ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА КАРДІОМЕГАЛІЙ У ДІТЕЙ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

*Tarnavska S.I., Shakhova O.O.
Department of Pediatrics and Pediatric Infectious Diseases
Bukovinian State Medical University;
Sikora A.
Student
Bukovinian State Medical University;
Savchuk V.
Student
Bukovinian State Medical University;*

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF CARDIOMEGALY IN CHILDREN: A REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE

Резюме.

У статті авторами проведено аналіз літературних джерел, які віддзеркалюють сучасні дані щодо диференційно-діагностичного підходу до проблеми кардіомегалій у дітей. Зазначено необхідність досліджень широкого спектру патологічних станів серцево-судинної системи у дітей, які можуть мати подібні клінічні прояви, але суттєво відрізняються за прогнозом і тактикою лікування.

***Abstract.** In this article, the authors analyse the literature reflecting current data on the differential diagnostic approach to the problem of cardiomegaly in children. The need is highlighted for research into a wide range of pathological conditions of the cardiovascular system in children, which may have similar clinical manifestations but differ significantly in terms of prognosis and treatment strategies.*

***Ключові слова:** кардіомегалія, діти, міокардит, кардіоміопатія, ехокардіографія, магнітно-резонансна томографія.*

***Keywords:** cardiomegaly, children, myocarditis, cardiomyopathy, echocardiography, magnetic resonance imaging.*

Диференційна діагностика кардіомегалій у дітей є одним із найскладніших завдань сучасної дитячої кардіології, оскільки розширення меж серця може бути проявом як первинних генетичних дефектів міокарда, так і наслідком запальних чи метаболічних процесів [5]. Основними патологічними станами, що призводять до збільшення камер серця та вимагають ретельного розмежування, є міокардит, різні фенотипи кардіоміопатій та вроджені вади серця [1]. Клінічна картина кардіомегалії у дітей значно варіює залежно від віку: у немовлят вона часто супроводжується симптомами серцевої недостатності, такими як задишка під час годування та затримка розвитку, тоді як у підлітків симптоми можуть бути більш специфічними, включаючи біль у грудях або аритмії. Етіологічний спектр кардіомегалій у дітей суттєво відрізняється від дорослих осіб, де домінують ішемічні та гіпертензивні чинники, тоді як у дітей на перший план виходять вірусні інфекції та генетичні мутації [2]. Для диференційної діагностики ключове значення

має розуміння генетичного підґрунтя, оскільки сучасні геномні дослідження ідентифікували понад 100 генів, асоційованих із розвитком кардіоміопатій, що проявляються кардіомегалією [5]. При диференціації міокардиту та ДКМП слід враховувати, що гострий початок на тлі вірусної інфекції більше вказує на запальний генез, проте хронічний міокардит може мати ідентичну до ДКМП клінічну та ехокардіографічну картину [1].

Лабораторна діагностика грає допоміжну, але важливу роль; підвищення рівня серцевих тропонінів свідчить про гостре пошкодження міоцитів, що характерно для міокардиту, але може спостерігатися і при декомпенсації генетичної кардіоміопатії [3]. Біомаркери, такі як натрійуретичний пептид (NT-proBNP), допомагають оцінити ступінь серцевої недостатності при кардіомегалії, проте вони не є специфічними для конкретної патології [1].

Ехокардіографія залишається первинним інструментом візуалізації, дозволяючи оцінити розміри камер, товщину стінок та фракцію викиду, що є критичним для виявлення дилатаційного чи гіпертрофічного фенотипів. Однак для уточнення причини кардіомегалії все частіше використовується магнітно-резонансна томографія серця (МРТ), яка завдяки послідовностям з гадолінієм дозволяє візуалізувати фіброз та набряк міокарда. Паттерни пізнього підсилення гадолінієм (LGE) при міокардиті зазвичай мають субепікардіальне або інтрамуральне розташування, що допомагає відрізнити його від інших причин збільшення серця [4]. Важливим аспектом диференційної діагностики є виключення аномального відходження лівої коронарної артерії від легеневої артерії (синдром Бланда-Уайта-Гарланда), що часто імітує ДКМП у немовлят [3]. Генетичне тестування стає "золотим стандартом" при підозрі на спадкові кардіоміопатії, оскільки виявлення патогенних варіантів у генах, таких як TTN, MYH7 або LMNA, дозволяє встановити остаточний діагноз навіть за відсутності вираженої клініки [5]. Диференціація між інфекційним міокардитом та аутоімунними процесами також є необхідною, оскільки це впливає на призначення імуносупресивної терапії [1]. У дітей з кардіомегалією обов'язково проводиться моніторинг ритму, оскільки певні форми кардіоміопатій (наприклад, аритмогенна кардіоміопатія) мають високий ризик раптової смерті ще до вираженої дилатації камер [5].

Сучасні методи спекл-трекінг ехокардіографії дозволяють виявити субклінічну дисфункцію міокарда, що допомагає в ранній диференціації між фізіологічною гіпертрофією у юних атлетів та початковими стадіями патологічної кардіомегалії [4]. Важливо враховувати, що міокардит може бути пусковим механізмом для розвитку ДКМП у генетично схильних дітей, що створює перехресні діагностичні сценарії [3]. Використання ендоміокардіальної біопсії в педіатрії залишається обмеженим через інвазивність, проте воно є необхідним у випадках фульмінантного перебігу для виключення гігантоклітинного або некротизуючого міокардиту [1]. У процесі діагностики слід звертати увагу на позасерцеві прояви, оскільки багато системних захворювань, включаючи м'язові дистрофії та мітохондріальні розлади, супроводжуються вторинною кардіомегалією [5]. Порівняльні дослідження показують, що діти мають кращий потенціал до відновлення функції міокарда після гострого міокардиту порівняно з дорослими, за умови вчасної діагностики [2].

Роль комп'ютерної томографії (КТ) у диференціації кардіомегалій обмежена, проте вона є незамінною для оцінки судинних аномалій, що можуть призводити до переважання серця [4]. Генетична архітектура педіатричних кардіоміопатій часто включає варіанти *de novo*, що пояснює відсутність сімейного анамнезу у багатьох пацієнтів із кардіомегалією [5]. Мультимодальна візуалізація, що поєднує УЗД та МРТ, дозволяє не лише конста-

тувати факт кардіомегалії, а й оцінити життєздатність міокарда та ризик аритмогенних подій [4]. При підозрі на міокардит необхідно проводити ПЛІР-діагностику на широкий спектр вірусів, проте негативний результат не виключає діагноз через можливість "hit-and-run" механізму пошкодження [3]. Нові протоколи діагностики наголошують на важливості інтегрованого підходу, де клінічні дані поєднуються з геномним профілюванням та перодовими методами візуалізації для точної верифікації причини розширення серця [1]. Розмежування між гіпертрофічною кардіоміопатією та потовщенням міокарда при хворобах накопичення (наприклад, хвороба Помпе) вимагає проведення специфічних ферментних аналізів [5].

Успішна диференціація кардіомегалій у педіатричній практиці базується на глибокому розумінні вікових особливостей фізіології серця та впровадженні персоналізованої медицини, включаючи фармакогенетику та молекулярну діагностику [5]. Своєчасне розмежування зворотних станів, таких як гострий вірусний міокардит, від прогресуючих генетичних кардіоміопатій визначає довгострокове виживання та якість життя пацієнтів [2].

Застосування новітніх методик МРТ, таких як T1 та T2 мапування, дозволяє кількісно оцінити зміни в позаклітинному матриксі, що є важливим для диференціації стадій фіброзу при хронічних процесах [4]. Диференційна діагностика також включає оцінку ендокринних порушень та дефіцитних станів (наприклад, дефіцит селену або карнітину), які можуть призводити до транзиторної кардіомегалії [3]. Врахування екологічних та токсичних факторів також є необхідним при зборі анамнезу у дітей з раптовим розширенням меж серця. Сучасна стратегія діагностики спрямована на мінімізацію інвазивних втручань на користь високочутливих методів візуалізації та генетичного скринінгу [5]. Інтеграція штучного інтелекту в аналіз результатів МРТ та ехокардіографії обіцяє підвищити точність диференційної діагностики у складних випадках [4]. Використання мультидисциплінарного підходу дозволяє забезпечити найкращі результати для пацієнтів дитячого віку з патологією міокарда [1]. Оцінка сімейного анамнезу та проведення каскадного скринінгу родичів є критично важливими при виявленні генетично зумовлених кардіомегалій [5].

Висновок. Своєчасне виявлення кардіомегалії під час профілактичних оглядів або при зверненні є першим кроком до успішного лікування. Кожен випадок у дитини потребує індивідуального підходу та ретельного аналізу всіх отриманих даних. Рання диференційна діагностика є ключовим фактором у зниженні потреби в трансплантації серця у дітей, а використання сучасних міжнародних рекомендацій та протоколів забезпечує покращення прогнозів.

Список літератури:

1. Myocarditis in children: diagnosis and management. 2025. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12362127/>

2. A comparative review of myocarditis in pediatrics versus adults. 2025. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12511060/>
3. Pediatric Myocarditis: What Have We Learnt So Far? 2022. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9144089/>
4. How to behave with paediatric myocarditis: imaging methods. 2025. URL: <https://academic.oup.com/ehjimp/article/doi/10.1093/ehjimp/qyaf025/8105831>
5. Genomics of pediatric cardiomyopathy. 2025. URL: <https://www.nature.com/articles/s41390-025-03819-2>

Горбатюк І.Б.
к.мед.н, доцент кафедри педіатрії та дитячих інфекційних хвороб,
Буковинський державний медичний університет

Танасеску Д.Д.

Трофімова Ю.О.

Наконечна А.О.

Сащук У.Ю.

студенти, Буковинський державний медичний університет
Чернівці, Україна

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398333>

КАШЛЮК У ДІТЕЙ ЯК АКТУАЛЬНА ПРОБЛЕМА ПЕДІАТРИЧНОЇ ПРАКТИКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Horbatiuk I.B.

PhD, Assoc. Prof. of the Department of Pediatrics and Pediatric Infectious Diseases,
Bukovinian State Medical University

Tanasesku D.D.

Trofimova Y.O.

Nakonechna A.O.

Sashchuk U. Yu.

Students
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

WHOOPING COUGH IN CHILDREN AS A PRESSING ISSUE IN PEDIATRIC PRACTICE (LITERATURE REVIEW)

Анотація:

У даній статті представлено огляд літератури, який освітлює кашлюк у дітей, як актуальну проблему педіатричної інфектології. Здійснено аналіз даних щодо етіології захворювання, основних факторів вірулентності збудника та механізмів його впливу на дихальні шляхи. Розглянуто епідеміологічні особливості поширення кашлюку серед дитячого населення, зокрема роль вакцинації та факторів, що впливають на рівень захворюваності. Проаналізовано основні механізми патогенезу захворювання, включаючи формування кашльового синдрому та кашльової домінанти. Описано клінічний перебіг кашлюку у дітей, характерні періоди розвитку захворювання та найбільш поширені ускладнення. Також проаналізовані сучасні підходи до лабораторної діагностики кашлюку та основні профілактичні заходи, спрямовані на попередження поширення інфекції серед дітей.

Abstract:

This article presents a literature review that highlights whooping cough in children as a pressing issue in pediatric infectious diseases. An analysis was conducted of data regarding the etiology of the disease, the main factors contributing to the pathogen's virulence, and the mechanisms by which it affects the respiratory tract. The epidemiological features of pertussis spread among the pediatric population are examined, particularly the role of vaccination and factors influencing the incidence rate. The main mechanisms of the disease's pathogenesis are analyzed, including the development of the cough syndrome and the cough dominant. The clinical course of pertussis in children, the characteristic stages of disease development, and the most common complications are described. Modern approaches to the laboratory diagnosis of pertussis and the main preventive measures aimed at preventing the spread of infection among children are also analyzed.

Ключові слова: Bordetella pertussis, репризи, кашльова домінанта, гіпоксія, апное, ураження війчастого епітелію, повітряно-краплинний шлях передачі, вакцинація.

Keywords: Bordetella pertussis, relapses, coughing phase, hypoxia, apnea, damage to the ciliated epithelium, airborne transmission, vaccination.

Кашлюк являється актуальною інфекційною патологією дитячого віку, яка характеризується високою контагіозністю та ризиком розвитку ускладнень, особливо у дітей раннього віку. Незважаючи на застосування вакцинації, захворюваність зберігається, що зумовлює необхідність поглибленого вивчення етіології, патогенезу, клінічних проявів та підходів до діагностики і профілактики цього захворювання.

Етіологія кашлюку

Кашлюк - гостре інфекційне захворювання дихальних шляхів, яке має бактеріальну природу, збудником якого є грамнегативна бактерія *Bordetella pertussis*. Захворювання відзначається високою контагіозністю та здатністю швидко поширюватися серед населення, особливо чутливою категорією є діти раннього віку [1, 2].

Інфекційний агент має особливу тропність до в'їчастого епітелію слизової оболонки дихальних шляхів. Бактерія, коли потрапляє до організму людини прикріплюється до клітин епітелію верхніх дихальних шляхів, надалі починає активно розмножуватися, що призводить до розвитку запального процесу [3].

Патогенність даного збудника зумовлена синтезом комплексу факторів вірулентності, серед яких особливе значення відіграють кашлюковий токсин, аденілатциклазний токсин, філаментозний гемаглютинін та пертактин. Вище згадані речовини забезпечують прикріплення бактерій до клітин епітелію дихальних шляхів та пригнічують місцеві захисні механізми організму і підтримують розвиток інфекційного процесу [4, 5].

Ураження в'їчастого епітелію бронхів веде до розладу природного очищення дихальних шляхів від слизу та мікроорганізмів. Через що здійснюється накопичення слизу та подразнення кашльових рецепторів, що призводить до виникненню характерних нападів спазматичного кашлю. Стійка дія на дихальні шляхи та дія токсичних продуктів життєдіяльності збудника визначають особливості перебігу захворювання та формування типової клінічної картини кашлюку [6, 7].

Епідеміологія

Кашлюк залишається актуальною проблемою педіатричної інфектології у всьому світі. За даними епідеміологічних досліджень, незважаючи на широке впровадження щеплення, захворюваність на кашлюк час від часу зростає, що пов'язано зі зниженням поствакцинального імунітету та циркуляцією збудника серед підлітків, дорослого населення [1]. Основним джерелом інфекції є хвора людина чи безсимптомний носій. Передача збудника відбувається переважно повітряно-краплинним шляхом.

Здебільшого вразливою групою є діти раннього віку, особливо немовлята, у яких захворювання перебігає більш важко і має високий ризик до ускладнень. Також епідеміологічні дослідження вказують на наявність циклічності захворюваності з періодичними підйомами кожні 3–5 років [3]. Суттєвою проблемою у поширенні інфекції відіграють недостатній рівень імунізації, порушення календаря профілактичних щеплень.

Патогенез

Дієвим початком змін являється кашлюкова паличка. Знаходиться вона на слизовій оболонці дихальних шляхів. Ендотоксин збудника обумовлює подразнення слизової оболонки дихальних шляхів в результаті чого і виникає кашель. Бактерія розмножується на поверхні епітелію, не проникаючи глибоко в тканини, але при цьому виділяє токсичні речовини, що спричиняє розвиток місцевих та загальних патологічних змін в організмі. Морфологічно при цьому спостерігаються катаральні зміни слизових оболонок [4, 6].

Пошкодження в'їчастого епітелію призводить до порушення природного очищення дихальних шляхів та накопичення слизу і подразнення кашльових рецепторів. Унаслідок цього виникають характерні напади судомного кашлю. Значну роль

у розвитку клінічних проявів відіграють також гіпоксія, порушення мікроциркуляції, зміни з боку нервової системи [7].

Тривале подразнення рецепторних закінчень блукаючого нерва обумовлює персистуючий потік імпульсів в довгастий мозок, що і призводить до формування в ньому кашльової домінанти. Вона являє собою стійке вогнище підвищеної збудливості в кашльовому центрі головного мозку, яке підтримує кашльові напади навіть за незначного подразнення або за його відсутності. Саме формування кашльової домінанти зумовлює характерний нападодобідний, тривалий і виснажливий кашель, що є типовою ознакою кашлюку. Унаслідок цього кашльові напади можуть провокуватися різними зовнішніми чинниками, такими як емоційне збудження, плач, фізичне навантаження або навіть незначне подразнення дихальних шляхів [3, 5].

Клінічний перебіг кашлюку у дітей

В перебігу захворювання розрізняють наступні періоди: катаральний, спазматичний та період реконвалесценції.

Катаральний період характеризується певними неспецифічними симптомами, які нагадують гостру респіраторну вірусну інфекцію. У дітей виникає помірний кашель, нежить, субфебрильна температура тіла та загальна слабкість. Протяжність даного періоду становить у середньому від 3 до 14 днів, найбільш короткий цей період при важких формах та у немовлят.

Найбільш характерним для кашлюку є спазматичний період. Даний період проявляється наявністю кашлю у вигляді нападів, часто вони супроводжуються серією коротких кашльових поштовхів та подальшим глибоким судомним вдихом, що отримав назву «реприз». Приступ закінчується виділенням густого слизу інколи може бути і блювота. Під час нападу у дитини можуть спостерігатися ціаноз, почервоніння обличчя, сльозотеча. У немовлят кашлюкові напади можуть супроводжуватися апное та епізодами гіпоксії [7].

Період реконвалесценції характеризується поступовим зменшенням частоти та інтенсивності кашльових нападів без приступів, однак кашель може зберігатися протягом декількох тижнів або навіть місяців.

Ускладнення кашлюку

При тяжких формах найчастіше виникають ускладнення у дітей раннього віку, особливо у немовлят. Що зумовлено анатомо-фізіологічними особливостями дихальної системи, незрілістю імунної відповіді та підвищеною чутливістю нервової системи до гіпоксії. Найбільш небезпечними є ускладнення з боку дихальної, нервової та серцево-судинної систем [6, 7].

Одним із найпоширеніших ускладнень кашлюку є пневмонія, яка може розвиватися як у наслідок безпосередньої дії збудника, так і через приєднання вторинної бактеріальної інфекції. Пневмонія значно погіршує перебіг захворювання та може призводити до розвитку дихальної недостатності. Особливо високий ризик її виникнення спостерігається у дітей перших місяців життя [8].

Серед ускладнень з боку дихальної системи також можуть виникати апное, ателектази та емфізема легень. Напади судомного кашлю супроводжуються вираженою гіпоксією, що може спричинити короточасні зупинки дихання, особливо у немовлят. Тривалі напади кашлю призводять до значного підвищення внутрішньогрудного тиску, що може викликати розвиток ателектазів та інших порушень вентиляції легень [3].

З боку нервової системи можуть розвиватися судомний синдром, порушення свідомості та кашлюкова енцефалопатія. Їх виникнення пов'язане з тривалою гіпоксією головного мозку, порушенням мозкового кровообігу та токсичною дією продуктів життєдіяльності збудника. У тяжких випадках це може призводити до стійких неврологічних порушень [4].

У деяких дітей спостерігаються ускладнення з боку серцево-судинної системи, зокрема тахікардія, порушення серцевого ритму та функціональні зміни з боку серця. Це пов'язано з впливом гіпоксії та значним навантаженням на серцево-судинну систему під час тривалих кашльових нападів [5].

Крім того, унаслідок різкого підвищення внутрішньочеревного та внутрішньогрудного тиску під час нападів кашлю можуть виникати крововиливи в кон'юнктиву, носові кровотечі, грижові випинання, а також виснаження організму. Таким чином, тяжкість ускладнень кашлю зумовлює необхідність ранньої діагностики захворювання, своєчасного лікування та проведення профілактичних заходів.

Діагностика

Діагностика кашлюку ґрунтується на комплексній оцінці клінічних проявів захворювання, епідеміологічного анамнезу та результатів лабораторних досліджень. Важливе значення має наявність характерного клінічного перебігу, який включає тривалий нападоподібний кашель, що супроводжується серією кашльових поштовхів, подальшим глибоким судомним вдихом та можливим блюванням після нападу. Під час збору анамнезу необхідно враховувати контакт із хворими на кашлюк, відсутність або неповний курс профілактичних щеплень, а також наявність випадків захворювання у дитячих колективах [3, 6].

Для підтвердження діагнозу застосовують лабораторні методи дослідження. Одним із найбільш точних методів є полімеразна ланцюгова реакція, яка дозволяє виявити генетичний матеріал збудника у матеріалі, отриманому з носоглотки. Цей метод є високочутливим і може застосовуватися на ранніх стадіях захворювання [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Бактеріологічне дослідження мазків із носоглотки дозволяє виділити збудника та підтвердити етіологію захворювання, однак його ефективність найбільша в катаральному періоді [**10Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Також застосовують серологічні методи дослідження, які базуються на визначенні специфічних антитіл у сироватці крові. Ці методи мають особливе значення на пізніших етапах захворювання, коли бактеріологічне підтвердження

може бути утрудненим. Використання сучасних лабораторних технологій значно підвищує точність діагностики кашлюку та сприяє своєчасному встановленню діагнозу [4, 5].

Профілактика захворювання

Профілактика кашлюку є важливим напрямком у системі охорони здоров'я дітей і спрямована на зниження рівня захворюваності, попередження тяжких форм хвороби та розвитку ускладнень. Основним і найбільш ефективним методом профілактики є специфічна імунопрофілактика, яка здійснюється шляхом проведення планових профілактичних щеплень. Імунізація проводиться відповідно до національних календарів профілактичних щеплень і передбачає введення комбінованих вакцин, що містять кашлюковий компонент. Проведення вакцинації сприяє формуванню захисного імунітету, значно знижує ризик виникнення захворювання, а також запобігає розвитку тяжких форм кашлюку та його ускладнень [1, 2].

Важливим напрямком профілактики є також проведення комплексу протиепідемічних заходів. До них належать своєчасне виявлення хворих, їх ізоляція, медичне спостереження за контактними особами, а також проведення санітарно-гігієнічних заходів у дитячих колективах. У разі виявлення випадку захворювання проводиться епідеміологічне обстеження осередку інфекції з метою попередження подальшого поширення збудника [3].

Додаткове значення мають заходи, спрямовані на підвищення рівня інформованості населення щодо важливості вакцинації, дотримання календаря профілактичних щеплень та раннього звернення за медичною допомогою у разі появи перших симптомів захворювання. Комплексне поєднання специфічної профілактики та протиепідемічних заходів є основою ефективного контролю захворюваності на кашлюк серед дитячого населення [4].

Висновок

Кашлюк залишається однією з важливих інфекційних патологій дитячого віку, що характеризується високою контагіозністю, тривалим перебігом та ризиком розвитку тяжких ускладнень, особливо у дітей раннього віку. Патогенез захворювання зумовлений ураженням в'їчастого епітелію дихальних шляхів і дією токсинів збудника, що призводить до формування характерного нападоподібного кашлю та кашльової домінанти у центральній нервовій системі. Незважаючи на широке застосування профілактичних щеплень, кашлюк продовжує залишатися актуальною проблемою охорони здоров'я, що пов'язано зі зниженням поствакцинального імунітету та циркуляцією збудника серед різних вікових груп населення. Клінічний перебіг захворювання має стадійний характер і може супроводжуватися розвитком ускладнень з боку дихальної, нервової та серцево-судинної систем.

Таким чином, раннє розпізнавання клінічних проявів кашлюку, застосування сучасних лабораторних методів діагностики та проведення своєчасних профілактичних заходів, насамперед

вакцинації, мають ключове значення для зниження рівня захворюваності та попередження розвитку тяжких форм і ускладнень кашлюку у дітей.

Список літератури

1. Wang, Y., & Lu, G. (2025). Global, regional, and national epidemiology of pertussis in children from 1990 to 2021. *Vaccine*, *61*, 127378. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2025.127378>
2. Zadorozhna, V. I., Vynnyk, N. P., Serheieva, T. A., & Podavalenko, A. P. (2025). Current epidemiological features of pertussis and problematic issues of vaccination. *Child's Health*, *20*(6), 470–481. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.20.6.2025.1906>
3. Guo, J., Li, Y., Zhang, X., & Wang, L. (2025). Epidemiology and clinical features of pertussis in children. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *15*, 1694670. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1694670>
4. Mihai, C. M., Lupu, A., Chişnoiu, T., Bălaşa, A. L., Baciu, G., Fotea, S., Lupu, V. V., Popovici, V., Cambrea, S. C., & Grigorian, M. (2025). Clinical and epidemiological characteristics of pediatric pertussis cases: A retrospective study from Southeast Romania. *Antibiotics*, *14*(5), 428. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14050428>
5. Kang, H. M., Lee, T. J., Park, S. E., & Choi, S. H. (2025). *Pertussis in the post-COVID-19 era: Resurgence, diagnosis, and management*. *Infection and Chemotherapy*, *57*(1), 13–30. <https://doi.org/10.3947/ic.2024.0117>
6. Xu, S., Yuan, L., Liu, W., Ye, C., Li, Z., Segbo, J. A. G., Jin, Z., & Zhu, C. (2025). Epidemiological and clinical characteristics of pertussis in pediatric population: A multicenter study of 20,727 children in Hubei, China. *BMC Infectious Diseases*, *25*, 1238. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-11660-5>
7. Mohan, A., Sharma, R., & Gupta, P. (2024). Incidence and severity of pertussis among hospitalized children. *Journal of Infection in Developing Countries*, *18*(4), 512–518.
8. Wang, S., Zhang, S., & Liu, J. (2025). Resurgence of pertussis: Epidemiological trends, contributing factors, challenges, and recommendations for vaccination and surveillance. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, *21*(1), 2513729. <https://doi.org/10.1080/21645515.2025.2513729>
9. Merişescu, M. M., Jugulete, G., Dijmărescu, I., Băluţă, A. M., & Dragomirescu, A. O. (2025). A clinical analysis of the 2024 pertussis outbreak among pediatric patients in an infectious diseases hospital in Bucharest, Romania. *Germs*, *15*(1), 56–63.
10. Luu, L. D. W., Rafique, R., Payne, M., Octavia, S., Robson, J., Sintchenko, V., & Lan, R. (2024). Deciphering *Bordetella pertussis* epidemiology through culture-independent multiplex amplicon and metagenomic sequencing. *Journal of Clinical Microbiology*, *62*(12), e01178-24. <https://doi.org/10.1128/jcm.01178-24>

Cheviuk Nastasiia Dmytrivna

4th year student

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

Kozar Oleh Mykhailovych

Assistant of the Department of Obstetrics,

Gynecology and Perinatology

Bukovinian State Medical University

Chernivtsi, Ukraine

INFERTILITY IN WOMEN: MODERN METHODS OF EXAMINATION AND TREATMENT

Abstract.

Female infertility is a global reproductive health problem. In recent decades, the prevalence of infertility has increased significantly, which is associated with a change in the age of reproductive activity, social factors, and the presence of concomitant diseases. Modern research shows that infertility has a multifactorial nature and is associated with hormonal, anatomical, genetic and immunological disorders. The main approaches to the examination are a comprehensive assessment of hormonal status, structural changes in the organs of the reproductive system, and molecular markers. New technologies, including high-resolution ultrasound methods, MRI, genetic and molecular testing, which allow to increase the accuracy of diagnosis and determine the optimal treatment strategy. Using a personalized approach allows you to individualize therapy and increase the effectiveness of reproductive interventions.

Key words: *infertility, female infertility, diagnosis, treatment, reproductive medicine, ART, hormonal disorders, personalized medicine.*

Introduction. Infertility - the impossibility of pregnancy after 12 months of regular unprotected sexual intercourse. This disease occurs in approximately 10–15% of couples of reproductive age, and among patients with infertility, the share of the female factor reaches 40–50% [1]. The prevalence of infertility has increased significantly in recent decades, which is associated with the delay of pregnancy, the increase in the frequency of chronic diseases, as well as socio-economic factors [2].

Results

The etiology of infertility is multifactorial. The main mechanisms include hormonal disorders, anatomical changes in the pelvic organs, immune dysfunctions, and genetic factors [3]. Modern molecular and genetic studies make it possible to identify these disorders, predict the risk of reproductive complications and individualize the approach to treatment [8].

Chronic diseases of the reproductive system, such as endometriosis, polycystic ovary syndrome (PCOS) and infectious processes, significantly increase the risk of infertility. The application of a comprehensive approach to the examination of patients includes assessment of the hormonal profile, ultrasound examination of the pelvic organs, determination of patency of fallopian tubes, as well as molecular and immunological tests [4].

Transvaginal ultrasound examination of high resolution allows to detect pathologies of the ovaries, uterus and fallopian tubes, to evaluate the morphology of the endometrium and the presence of the adhesion process. The use of three-dimensional ultrasound and dopplerography increases the accuracy of diagnosing blood supply disorders and detecting small structural formations [6]. For complex cases, MRI is used, which

allows for a detailed assessment of the anatomical relationships of the pelvic organs and to plan surgical interventions, if necessary [7].

Analysis of the hormonal profile allows to establish the presence of anovulation, luteal phase dysfunction, hyperprolactinemia and other disorders that can cause infertility. One of the key areas is the hormonal examination, which includes determining the levels of FSH, LH, estradiol, progesterone, prolactin, TSH and insulin.

Modern laboratory tests also include determination of ovarian reserve markers such as AMH and antral follicle count (AFC) [5]. They make it possible to assess the reproductive potential of the patient, predict the effectiveness of ovarian stimulation in assisted reproductive technology programs, and plan the optimal treatment protocol [9].

Examination of the patient's immune status is no less important. Determining the levels of pro-inflammatory cytokines, T-lymphocytes, natural killers, as well as autoantibodies makes it possible to assess the body's immunological readiness for implantation and predict the risk of miscarriage [10].

The choice of therapeutic strategy depends on the cause of infertility, the age of the patient, the condition of the ovaries, the presence of anatomical or immunological disorders and previous reproductive experience.

Hormonal therapy remains the main method of correcting anovulation and luteal phase dysfunction [11]. Clomiphene citrate, GnRH antagonists and agonists, progestins, and combined oral contraceptives are used. These drugs help stimulate ovulation, normalize the hormonal cycle, and increase the chances of natural conception or preparation for assisted reproductive technology (ART) programs.

ART is central to the treatment of infertility, especially in tubal factor, endometriosis, reduced ovarian reserve, or male factor. Intracytoplasmic sperm injection (ICSI), standard IVF, freezing of oocytes and embryos, preimplantation genetic diagnosis — all these methods allow to maximize the probability of a successful pregnancy [12, 13]. Selection of the ovarian stimulation protocol is performed taking into account the level of AMH, AFC and other individual indicators, which forms a personalized approach and increases the effectiveness of treatment [14-16].

Surgical treatment is used in case of anatomical disorders. Modern minimally invasive laparoscopic techniques allow removal of pathological formations with minimal risk for ovarian function and rapid rehabilitation.

Immune therapy and modulation of the inflammatory response is a new direction in the treatment of infertility. The use of cytokine blockers, autoantibody corrections and other immunomodulators can reduce the inflammatory effect on the implantation process and increase the effectiveness of ART [17]. Such approaches are especially relevant in case of repeated IVF failures or miscarriage due to immune reasons.

The integration of hormonal, molecular, genetic and structural examination data allows for the formation of individual therapy protocols, predicting the response to stimulation and the probability of successful conception. The use of computer models, bioinformatics and multi-omic analysis opens up new opportunities to optimize ART and reduce the risk of complications.

Modern therapy of infertility in women is based on a combination of hormonal correction, ART, surgical treatment and immunomodulation. A personalized approach, the integration of modern diagnostic methods and molecular technologies make it possible to increase the effectiveness of treatment, shorten the time to pregnancy and reduce the risk of repeated failures [18].

Conclusions. Infertility in women is a complex multifactorial condition that requires a complex and individual approach to examination and treatment. Modern diagnostic methods, including hormonal, ultrasound, molecular and genetic tests, allow us to establish the exact cause of infertility. Treatment combines hormonal therapy, ART, surgical and immunological methods aimed at restoring reproductive function. Personalized medicine increases the effectiveness of therapy and promotes successful pregnancy, and the integration of the latest technologies opens prospects for further achievements in reproductive medicine.

References

- Liang, Y., Huang, J., Zhao, Q., Mo, H., Su, Z., Feng, S., Li, S., & Ruan, X. (2025). Global, regional, and national prevalence and trends of infertility among individuals of reproductive age (15-49 years) from 1990 to 2021, with projections to 2040. *Human reproduction (Oxford, England)*, 40(3), 529–544. <https://doi.org/10.1093/humrep/deae292>
- Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine, American Society for Reproductive Medicine, Washington, DC. (2023). Definition of infertility: a committee opinion. *Fertility and sterility*, 120(6), 1170. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(23\)01971-4](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(23)01971-4)
- Wei, S., Tang, W., Chen, D., Xiong, J., Xue, L., Dai, Y., Guo, Y., Wu, C., Dai, J., Wu, M., & Wang, S. (2024). Multiomics insights into the female reproductive aging. *Ageing research reviews*, 95, 102245. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102245>
- Obrzut, B., & Obrzut, M. (2022). Is There Still a Place for Reconstructive Surgery in Distal Tubal Disease?. *Journal of clinical medicine*, 11(12), 3278. <https://doi.org/10.3390/jcm11123278>
- Conforti, A., Carbone, L., Di Girolamo, R., Iorio, G. G., Guida, M., Campitiello, M. R., Ubaldi, F. M., Rienzi, L., Vaiarelli, A., Cimadomo, D., Ronsini, C., Longobardi, S., D'Hooghe, T., Esteves, S. C., & Alviggi, C. (2025). Therapeutic management in women with a diminished ovarian reserve: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Fertility and sterility*, 123(3), 457–476. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2024.09.038>
- Yoshihara, T., Ogi, M., Miyashita, D., Tanaka, K., Tada, Y., & Yoshino, O. (2025). Evaluation of Arcuate Uterus in Infertility Using 3D Transvaginal Ultrasound: A Retrospective Cohort Study. *Reproductive medicine and biology*, 25(1), e70009. <https://doi.org/10.1002/rmb2.70009>
- Sadowski, E. A., Maturen, K. E., Rockall, A., Reinhold, C., Addley, H., Jha, P., Bharwani, N., & Thomassin-Naggara, I. (2021). Ovary: MRI characterization and O-RADS MRI. *The British journal of radiology*, 94(1125), 20210157. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210157>
- Sang, Q., Zhou, Z., Mu, J., & Wang, L. (2021). Genetic factors as potential molecular markers of human oocyte and embryo quality. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 38(5), 993–1002. <https://doi.org/10.1007/s10815-021-02196-z>
- Kozar, N., Gavrić Lovrec, V., Kovačić, B., & Reljić, M. (2025). Predictive value of AMH in late reproductive age: a retrospective cohort study. *Scientific reports*, 15(1), 21073. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-07411-w>
- Kicińska, A. M., Maksym, R. B., Zabielska-Kaczorowska, M. A., Stachowska, A., & Babińska, A. (2023). Immunological and Metabolic Causes of Infertility in Polycystic Ovary Syndrome. *Biomedicine*, 11(6), 1567. <https://doi.org/10.3390/biomedicine11061567>
- Ata B. (2025). Renewing ovarian stimulation. *Reproductive biomedicine online*, 50(4), 104788. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2024.104788>
- Bolton, R. L., Mooney, A., Pettit, M. T., Bolton, A. E., Morgan, L., Drake, G. J., Appeltant, R., Walker, S. L., Gillis, J. D., & Hvilsom, C. (2022). Resurrecting biodiversity: advanced assisted reproductive technologies and biobanking. *Reproduction & fertility*, 3(3), R121–R146. <https://doi.org/10.1530/RAF-22-0005>
- Ge, L., Li, Y., Zhou, J., Zhao, X., Chen, X., Wang, W., Li, Z., Ge, P., & Cui, L. (2024). Effect of

- different treatment protocols on in vitro fertilisation/intracytoplasmic sperm injection (IVF/ICSI) outcomes in adenomyosis women: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 14(7), e077025. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-077025>
14. Tian, Y., Li, M., Yang, J., Chen, H., & Lu, D. (2024). Preimplantation genetic testing in the current era, a review. *Archives of gynecology and obstetrics*, 309(5), 1787–1799. <https://doi.org/10.1007/s00404-024-07370-z>
15. Tian, C. H., Liu, L. Y., Huang, Y. F., Yang, H. J., Lai, Y. Y., Li, C. L., Gan, D., & Yang, J. (2025). Clinical prediction models for in vitro fertilization outcomes: a systematic review, meta-analysis, and external validation. *Human reproduction (Oxford, England)*, 40(4), 633–646. <https://doi.org/10.1093/humrep/deaf013>
16. Orvieto, R., Venetis, C. A., Fatemi, H. M., D'Hooghe, T., Fischer, R., Koloda, Y., Horton, M., Grynberg, M., Longobardi, S., Esteves, S. C., Sunkara, S. K., Li, Y., & Alviggi, C. (2021). Optimising Follicular Development, Pituitary Suppression, Triggering and Luteal Phase Support During Assisted Reproductive Technology: A Delphi Consensus. *Frontiers in endocrinology*, 12, 675670. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.675670>
17. Achilli, C., Duran-Retamal, M., Saab, W., Serhal, P., & Seshadri, S. (2018). The role of immunotherapy in in vitro fertilization and recurrent pregnancy loss: a systematic review and meta-analysis. *Fertility and sterility*, 110(6), 1089–1100. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.07.004>
18. Andone, B. A., Handrea-Dragan, I. M., Botiz, I., & Boca, S. (2023). State-of-the-art and future perspectives in infertility diagnosis: Conventional versus nanotechnology-based assays. *Nanomedicine : nanotechnology, biology, and medicine*, 54, 102709. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2023.102709>

PEDAGOGICAL SCIENCES

G'ulomjonov Abubakir Zokir o'g'li

Undergraduate Student, Namangan State Institute of Foreign Languages

Faculty of Philology, Scientific supervisor:

Madmusayev Jaxongir Muxtorali o'g'li

PhD (Pedagogical Sciences), Associate Professor,

Department of English Language and Literature

PHILOSOPHICAL, LOGICAL AND SEMIOTIC INTERPRETATION OF THE CONCEPT OF SYMMETRY (OPPOSITION, SYMMETRY, INVARIANT AND VARIANT)

Annotation.

This article examines the philosophical, logical, and semiotic interpretations of the concept of symmetry in linguistics. The notion of symmetry is analyzed in close relation to opposition, system, and structure. It is demonstrated that oppositional relations between linguistic units form balanced structures, leading to the emergence of symmetry within the language system. The study also highlights the role of invariant and variant relations in explaining the mechanisms of symmetry. The findings confirm that symmetry represents one of the key structural characteristics of the language system.

Keywords: *symmetry, opposition, language system, structure, invariant, variant, linguistic units, grammatical category*

In linguistics, in order to understand the phenomenon of symmetry more deeply, it is necessary to study it together with the concept of opposition. Opposition is a type of relation that expresses difference and contrast between language units. In the language system, many units are organized precisely on the basis of opposition. Such contrasts ensure differentiation between language units and help to determine the internal structure of the language system. Therefore, the concepts of symmetry and opposition are considered interrelated in linguistics. The concept of opposition is an important theoretical tool in identifying the relationships between language units. In the language system, certain units may express opposite meanings or functions. For example, within grammatical categories, some forms stand in opposition to one another. Such situations play a significant role in determining the internal structure of the language system. Units organized on the basis of opposition can create a balanced structure, forming symmetry. In linguistics, opposition is widely used especially in the study of the phonological system. In phonology, differences between sounds are often identified through opposition. For instance, the distinction between voiced and voiceless consonants represents an oppositional relationship. Such contrasts ensure the differentiation of phonological units in the language system. At the same time, these oppositions can create a certain symmetrical structure within the phonological system.¹

At the morphological level, the phenomenon of opposition also plays an important role. Grammatical categories are often formed on the basis of contrasting forms. For example, in the category of tense, present, past, and future forms stand in opposition to each other. Such oppositions ensure that grammatical forms are structured according to a certain order. In this respect, opposition is an important theoretical tool in the study of the grammatical system. The relationship between

symmetry and opposition is essential in understanding the structural features of the language system. Units organized on the basis of opposition are often arranged in a balanced way, forming a symmetrical structure. This reflects the internal order and regularities of the language system. Therefore, symmetry and opposition are considered interconnected categories in linguistics.

Oppositional relations between language units are also observed at the semantic level. Some words may have opposite meanings. This is referred to as semantic opposition. For example, word pairs such as “big – small” and “good – bad” demonstrate semantic contrast. Such oppositions help to identify differences in meaning between language units. In the language system, opposition often has a binary character. That is, a contrast exists between two units. Such binary oppositions are one of the structural foundations of the language system. They clearly demonstrate the distinctions between language units. Therefore, the concept of opposition is regarded as an important tool of structural analysis in linguistics. The phenomenon of symmetry manifests itself in connection with oppositional relations. In the language system, opposing units are often arranged in a balanced manner. Such an arrangement creates a symmetrical structure within the system. Thus, symmetry and opposition are considered complementary theoretical categories. The study of opposition in linguistics helps to better understand the internal structure of the language system. Through contrasts between language units, their functional properties can be identified. Such analysis contributes to understanding the balance and order within the language system.

Thus, the concepts of symmetry and opposition play an important role in studying the structural characteristics of the language system. Oppositions between linguistic units are often organized in a balanced manner, forming a symmetrical structure. In this regard, opposition serves as an important theoretical tool

¹ Saussure, F. Course in General Linguistics.

for understanding the internal laws of the language system.²

In linguistics, language is often considered a complex and multi-layered system. Every language has its own internal structure, which is formed through various units and their interrelations. Linguistic units are not organized randomly, but rather on the basis of certain regularities. Therefore, the phenomenon of symmetry in the language system is often manifested through balanced and orderly relations between units. Such structural features of the language system ensure its stability and help to understand the interconnections between linguistic units. The concept of a language system refers to the interdependence of linguistic units. Each unit within the system is related to other units in a certain way. These relationships ensure the integrity of the language system. Symmetry emerges precisely within this systemic process. That is, certain units are arranged in a balanced way, creating a specific order within the system. In this sense, symmetry is an important theoretical concept that reflects the structural characteristics of the language system. The concept of structure, in turn, expresses the arrangement and relationships of system elements. In linguistic structure, phonological, morphological, syntactic, and semantic units are organized according to a certain order. The relationships between these units determine the internal structure of the language system. The phenomenon of symmetry is clearly manifested in these structural relations. The balanced arrangement of certain units ensures the stability of the linguistic structure.

In linguistics, the concepts of system and structure are often used in close interconnection. While the system refers to the overall set of elements, structure denotes their arrangement and interrelations. The phenomenon of symmetry in a language system arises precisely through these structural relations. Such relations ensure the balanced organization of linguistic units. The phenomenon of symmetry is manifested at different levels of the language system. For example, in the phonological system, balance between sounds; in the morphological system, relationships between grammatical forms; and in the syntactic system, the orderly arrangement of sentence elements can create symmetrical structures. Such cases demonstrate that the internal structure of the language system is formed according to certain regularities.³

In studying the structural characteristics of the language system, along with symmetry, the phenomenon of asymmetry is also of great importance. During the development of a language, imbalance or disproportion may arise between certain units. Such cases reflect the dynamic nature of the language system. Therefore, symmetry and asymmetry are considered together in linguistic analysis. Within this system, the phenomenon of symmetry is often also manifested in the system of grammatical categories. The relationships between grammatical forms are organized according to a specific system. Some grammatical forms are arranged in a balanced way, forming a symmetrical structure. Such a structure reflects the internal order of the language

system. One of the important features of this structure is its stability. The balance between linguistic units ensures the stability of the system. Symmetrical relations help maintain the integrity of the language system. Therefore, in linguistics, symmetry is regarded as one of the key structural features of the language system. The structural study of a language system makes it possible to identify the relationships between linguistic units. Such analysis reveals the internal laws of the language system. The phenomenon of symmetry serves as an important theoretical tool in identifying these regularities.

Thus, within the framework of system and structure, the phenomenon of symmetry expresses balance and order among linguistic units. The relationships between elements of a language system are organized according to certain structural principles. Therefore, symmetry is considered an important theoretical category in studying the internal structure of language.⁴

In studying the phenomenon of symmetry, the concepts of invariant and variant have significant theoretical importance. An invariant refers to the basic and unchanging feature preserved within the language system, while a variant represents different manifestations of that invariant. Many linguistic units are formed precisely on the basis of invariant–variant relations. Therefore, these concepts should be considered together in understanding symmetry.

In a language system, the invariant often appears as a general grammatical or semantic model. For example, a grammatical category has a certain general model, which functions as the invariant. However, in actual speech, this model can appear in different forms, which are considered variants. Thus, the invariant represents the general structural foundation of the language system. The concept of variant, on the other hand, reflects the different forms in which linguistic units appear. In speech, linguistic units may occur in various phonetic, grammatical, or semantic forms. This demonstrates the flexibility of the language system. The existence of variants indicates the dynamic nature of language. Therefore, invariant–variant relations are one of the essential structural features of language. The phenomenon of symmetry is also manifested through invariant–variant relations. The invariant maintains a certain balance within the language system, while the variants reflect this balance in different forms. Such relations ensure the structural integrity of the language system. For this reason, symmetry is often explained through the relationship between invariant and variant.⁵

Invariant–variant relations are also observed at the phonological level of language. For example, a phoneme is considered an invariant, while its various phonetic realizations in speech are regarded as variants. These relations are crucial for understanding the phonological structure of language. At the morphological level, invariant–variant relations can also be observed. Within the system of grammatical categories, certain forms are based on a general model, which serves as the invariant. However, in speech, grammatical forms may

²Trubetzkoy, N. Principles of Phonology.

³Jakobson, R. Selected Writings.

⁴Bloomfield, L. Language.

⁵Hjelmslev, L. Prolegomena to a Theory of Language.

appear in different variants. This reflects the adaptability of the language system. Invariant-variant relations are also present at the semantic level. The core meaning of a word can be viewed as an invariant, while its changes in different contexts are considered variants. This helps explain semantic development within the language system.

The phenomenon of symmetry is also expressed through the balance between invariant and variant. The invariant preserves the general structural foundation, while the variants represent this structure in various forms. Thus, the relationship between invariant and variant ensures the stability of the language system. Studying invariant and variant concepts allows for a deeper understanding of the internal structure of language. It becomes possible to identify both the stable and variable features of linguistic units. Such analysis plays an important role in comprehending the structural properties of language. Thus, invariant and variant relations are one of the important structural features of

the language system. Such relations between language units ensure the manifestation of the phenomenon of symmetry in various forms. Therefore, the concepts of invariant and variant serve as an important theoretical foundation in linguistics for studying the phenomenon of symmetry.⁶

Bibliography:

- [1] Saussure, F. *Course in General Linguistics*. McGraw-Hill, 1966.
- [2] Trubetzkoy, N. *Principles of Phonology*. University of California Press, 1969.
- [3] Jakobson, R. *Selected Writings*. Mouton, 1971.
- [4] Bloomfield, L. *Language*. Holt, 1933.
- [5] Hjelmslev, L. *Prolegomena to a Theory of Language*. University of Wisconsin Press, 1961.
- [6] Lyons, J. *Introduction to Theoretical Linguistics*. Cambridge University Press, 1968.

⁶ Lyons, J. *Introduction to Theoretical Linguistics*

COMPETENCY FUNCTIONS OF WRESTLING COACHES IN THEIR PROFESSIONAL ACTIVITIES

Annotation.

This article provides a scientific and theoretical analysis of the competencies necessary for the professional activities of wrestling coaches and their functional areas. In wrestling, the coach's personal sports activities and competition experience are often prioritized over the knowledge gained in formal educational institutions. However, modern sports practice shows that in order to achieve high results, a coach must have professional competencies suitable for working with athletes of all ages and stages of preparation and must regularly improve them. Especially when working with athletes at the initial stage, the main focus is not on sports results, but on the formation of a well-rounded personality, the harmonious development of intellectual and physical potential. Although teenage athletes are not yet fully formed competitors, the educational and motivational value of competitions cannot be denied. In practice, young athletes sometimes strive to repeat the coach's unique wrestling style, but this model does not always correspond to their individual characteristics. Therefore, there may not be a direct correlation between the superior technique of high-level athletes and the methods used at the club level. If great sporting achievements are expected from an athlete, the entire training process should be aimed at creating the necessary conditions for the full manifestation of his individual capabilities and achieving maximum results. In this regard, in the modern sports system, the coach acts not only as a specialist organizing physical training, but also as a teacher, psychologist, manager and leader. The results of the study allow us to systematize the competencies of the coach on the basis of pedagogical, methodological, psychological, communicative, organizational and managerial and innovative directions, and show that the effectiveness of the coach's activities directly depends on the level of development of these competencies.

Keywords: *wrestling, coach, professional competence, sports pedagogy, training process, athlete development, sports education, coaching competency.*

INTRODUCTION

National wrestling is an important sport that is closely related to the centuries-old historical and cultural traditions of the people of Uzbekistan. Currently, wrestling is rapidly developing not only in the national but also in the international sports arena, requiring scientific improvement of the system of training athletes. In this process, the role of the coach is one of the decisive factors, which has a complex impact on the physical, technical-tactical, psychological and socio-moral development of athletes.

High results in wrestling are formed as a result of the interaction of many factors. The modern sports system is considered as a complex structure consisting of micro, mezzo and macro levels. At the micro level, the individual characteristics of the athlete (genetic potential, psychological qualities, technique, physical training) and his immediate environment (coach, family, educational institution, training programs) are of great importance. While some of these factors — for example, the quality of training, medical care, or the competence of the coach — can be controlled, genetic factors remain beyond control. At the mezzo level, the activities of sports organizations, clubs, federations, and governing bodies play an important role, while at the macro level, state policy, economic stability, and the general level of development of society influence sports results.

At the same time, numerous studies show that high achievements in sports, especially in wrestling, are directly related mainly to micro- and mezzo-level factors — namely, the athlete's personal preparation, a qualified coach, a high-quality training process, a talent identification system, and a professional sports infrastructure. Modern sports facilities, full motivation of

the athlete, a qualified coach, and scientifically based training technologies, as well as regular participation in high-level competitions, are of decisive importance in achieving high results.

In modern sports pedagogy, the concept of “competence” is interpreted as an integrated set of knowledge, skills, qualifications, experience, and personal qualities of a specialist. From this perspective, studying the professional activities of a wrestling coach based on a competency-based approach, increasing their effectiveness in training athletes, and identifying the factors that contribute to achieving high sports results is an urgent scientific task.

Pedagogical competence of the coach. A wrestling coach, first of all, as an educator and pedagogue, serves the comprehensive formation of the athlete. Pedagogical competence involves organizing the educational process, taking into account the age, psychophysiological and individual characteristics of athletes. In this process, the formation of motivation, the development of discipline and will, the instillation of spiritual and moral values, and the upbringing of an independent thinking person play an important role. The coach teaches not only technical methods in training, but also develops such qualities of the athlete as responsibility, diligence, honesty and commitment to a healthy lifestyle. Especially when working with children and adolescents, the main goal is to form a well-rounded personality and create a foundation for long-term sports development, rather than sports results.

Methodological and technical-tactical competence. Wrestling is a sport based on complex coordination movements, a combination of various technical methods and tactical decisions. Therefore, the coach

must be able to plan the training process on a scientific basis, correctly determine the ratio of load and recovery, gradually teach technical elements, and develop the athlete's tactical thinking. Developing a strategy for preparing for competitions and choosing methods that are appropriate for the athlete's individual capabilities are also important components of methodological competence. This competence is manifested in the combination of theoretical knowledge and practical experience of the coach and ensures a stable increase in sports results.

Psychological competence. The sport of wrestling is accompanied by a high level of mental tension, stress, and responsibility. Therefore, the coach also plays an important role in forming the athlete's psychological stability. Psychological competence includes strengthening the athlete's self-confidence, managing excitement, recovering after defeat, supporting team spirit, and taking into account individual psychological characteristics. The correct use of tools such as encouragement, praise and constructive criticism has a positive effect on the athlete's motivation and emotional state.

Communicative competence. The coach must establish effective communication with athletes, parents, referees, sports organizations and the general public. Communicative competence includes the skills of giving clear and understandable instructions, being able to give motivational speeches, constructively resolving conflict situations and creating a positive psychological environment in the team. The coach's personal example, communication culture and leadership skills increase his authority and contribute to his trust in the athletes.

Organizational and managerial competence. The coach also acts as a manager who effectively organizes training, competitions, training camps and work with documents. This competency covers planning, control, coordination of athletes' activities, rational allocation of time and resources, ensuring safety measures, and establishing cooperation with sports organizations. Also, one of the important tasks of a coach is to prevent injuries, properly organize training conditions, and observe sports hygiene.

Innovation and information competence. Modern sport is closely related to scientific and technological progress. Therefore, a coach must apply new training methods, effectively use video analysis, digital monitoring tools, and achievements of sports science. The implementation of sports physiology, dietology, recovery technologies, and scientific research results into practice is an important factor in achieving high results. A coach with innovative competence can prepare athletes at a competitive level and ensure their long-term sports activity.

CONCLUSION

The work of a wrestling coach is a complex, multifaceted professional system, the effectiveness of which directly depends on the harmonious development of pedagogical, methodological, psychological, communicative, organizational-management and innovative competencies. Practice shows that, especially in

the process of working with young athletes, the work of a coach is often not sufficiently evaluated or unscientific approaches prevail. In some cases, coaching is carried out by individuals without special sports education, relying only on personal experience, which leads to the fact that promising athletes end their sports career at an early stage or are not psychologically and physically ready for high-level competitions.

Therefore, the requirements of modern sports require the coach to constantly develop professionally, use scientifically based training technologies, and comprehensively form the athlete's personality physically, mentally and socially. Attracting qualified, specially trained coaches, establishing a system of continuous professional development for current coaches, and improving the coach training system based on a competency-based approach are important conditions for the sustainable development of the sport of wrestling and achieving high results.

References

1. Bačanac, Lj. (2011). *Psihološko-pedagoški aspekti rada sa decom u sportu*. Beograd: FSFV Univerziteta u Beogradu.
2. Bergsgard, A. N., Houlihan, B., Mangset, P., Nodland, I. S., & Rommetvedt, H. (2007). *Sport Policy: A Comparative Analysis of Stability and Change*. Oxford: Elsevier.
3. Bompa, T., & Haff, G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
4. Bojović, S. (1978). *Rvanje grčko-rimskim stilom*. Beograd: Sportska knjiga.
5. Ioannidis, T., Stefanović, Đ., Kariotu, M., Šiljak, V., & Mijatović, S. (2008). The role of training knowledge in preparation of athletes in ancient Greece. *Fizička kultura*, 62(1-2), 66–74.
6. Jevtić, B., Radojević, J., Juhas, I., & Ropret, R. (2005). *Sport dece i omladine i aktuelni društveni procesi*. Beograd: FSFV Univerziteta u Beogradu.
7. Kasum, G. (2007). Coach influence on the choice of scoring techniques in elite wrestlers. In *Proceedings of the International Conference "Management in Sport"* (pp. 263–268). Belgrade.
8. Petrov, R. (1977). *Principles of Freestyle Wrestling for Children and Adolescents*. Madrid: Santa Marta.
9. Bompa, T. (2015). *Conditioning Young Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
10. Martens, R. (2012). *Successful Coaching* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
11. Lyle, J., & Cushion, C. (2017). *Sports Coaching Concepts: A Framework for Coaching Practice*. London: Routledge.
12. International Olympic Committee. (2016). *Olympic Coach Framework*. Lausanne: IOC.
13. United World Wrestling. (2020). *Coaching and Development Guidelines*. Lausanne: UWW.
14. Kasum, G., & Gligorov, S. (2013). Importance of education of wrestling trainers. *Activities in Physical Education and Sport*, 3(1), 54–59.

UDC: 372.8:811.111.

Маммадова Гюльрия,
Старший преподаватель
Азербайджанский Государственный Agrарный Университет
Мустафазаде Севиндж,
Преподаватель
Азербайджанский Государственный Agrарный Университет
Исмаилова Солмаз,
Преподаватель
Азербайджанский Государственный Agrарный Университет
Алиева Айтадж Сахиб,
Преподаватель
Азербайджанский Государственный Agrарный Университет
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398357>

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Mammadova Gulriyya
Senior Lecturer, Azerbaijan State Agrarian University
Mustafazadeh Sevinj
Lecturer, Azerbaijan State Agrarian University
Ismayilova Solmaz
Lecturer, Azerbaijan State Agrarian University
Aliyeva Aytaj Sahib
Lecturer, Azerbaijan Agrarian State University

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING

Аннотация:

Компьютерные технологии давно стали неотъемлемой частью образования, ИКТ включены во все образовательные программы, ссылки на веб-ресурсы содержатся в вузовских рабочих программах курсов и дисциплин.

Во второй половине XX века компьютеры стали массово использоваться в образовании, начали формироваться компьютерные центры в университетах. Первые применения новых технологий не получили распространения среди гуманитариев, к которым относятся и преподаватели иностранных языков, так как интерфейсы не были интуитивно понятны пользователям, не имели специальных знаний. В 90-е годы XX века, с развитием компьютерных технологий, удобством их использования, они стали намного более востребованными. В это время возросло количество автоматизированных систем обучения. Студенты стали использовать компьютерные технологии в процессе обучения.

Abstract:

Computer technology has long been an integral part of education. ICT is included in all educational programs, and links to web resources are included in university syllabi for courses and disciplines.

In the second half of the 20th century, computers began to be widely used in education, and computer centers began to emerge at universities. The first applications of these new technologies did not gain popularity among humanities scholars, including foreign language teachers, as the interfaces were not intuitive for users without specialized knowledge. In the 1990s, with the development of computer technology and its ease of use, they became much more popular. During this time, the number of automated learning systems increased, and students began to use computer technology in their learning.

Ключевые слова: искусственный интеллект, образовательные технологии, цифровая компетентность, обучение иностранному языку

Key words: artificial intelligence, educational technologies, digital competence, foreign language teaching

The late 20th century saw the emergence of multimedia technologies, various devices for interpersonal communication and information transfer, intelligent software, and "smart" robots and systems. Digital technologies inevitably impacted people's lives, across all spheres. Marketing technologies based on creating customized offers to people interested in a product or service spread, a new way of life emerged, the so-called "living in tele-space," with distance learning becoming accessible and practically natural

for students, many companies moving their employees to work from home, online shopping becoming one of the fastest-growing areas, and personalized and computerized healthcare emerging.

It should be noted, however, that interactive technologies were introduced into education gradually. Students were the first to use them when searching for information online, using various applications and programs for translating from foreign languages to their

native languages and vice versa, creating educational websites, and so on.

Nevertheless, today, with digital technologies penetrating every aspect of our lives, it is absolutely impossible to imagine education without them. In the age of digitalization, artificial intelligence is attracting the most attention.

Professor Lu Bai of Tsinghua University stated at the 2017 Summit on Artificial Intelligence and the Future of Education, “Anything that involves repetition and requires the accumulation of a large amount of data can be replaced by artificial intelligence.” [4] In education, artificial intelligence is capable of performing tasks such as recording student attendance, checking and correcting homework, correcting tests, and calculating grades. In addition, foreign language learning software supported by artificial intelligence can test students’ foreign language proficiency in a variety of ways; speech recognition technology can help correct pronunciation in real time, and a foreign language listening and speaking testing system with intelligent voice technology can conduct automatic oral tests with objective assessment, etc. Innovative technologies will undoubtedly help teachers free themselves from a variety of tasks. At the same time, this will force teachers to think about changing their role in the educational process in order to effectively adapt to the educational environment of the new era.

Personalization of Learning Methods and Resources

In modern society, not only prosperity but even survival is possible only with the help of computers, mobile devices, and the internet. Smartphones are practically ubiquitous; tablets are rapidly gaining popularity; the number of foreign language learning apps is also growing. Foreign language instruction is gradually transforming from the traditional classroom format to mobile and blended learning. This learning is not limited by time or location. An intelligent foreign language learning platform can accurately record and analyze educational data and provide teachers with first-hand information to understand the progress and competency level of each student. Furthermore, artificial intelligence can customize the curriculum, developing personalized courses according to the student’s level, as well as their personality, strengths, and interests. Furthermore, the system can communicate and interact with students. Artificial intelligence has completely transformed the traditional model of foreign language teaching, as well as teaching methods. Therefore, foreign language teachers must now respond as quickly as possible to the revolution that has taken place in personalized education.

The introduction of changes to the teaching of foreign languages in schools and in examinations represents a turning point. Teachers are faced with a choice: continue with the traditional hands-on learning format or implement an interactive mode using artificial intelligence technologies. In the traditional teaching format, the lack of an environment for students to use natural language is an objective problem. Language use requires human interaction. Not every parent can send their child to a foreign language

environment for a month; it is also impossible to assign a dedicated foreign language teacher to each student. Fulfilling these two conditions is impossible for most foreign language learners. Consequently, teachers struggle to provide interactive language instruction and individualized correction guidance for each student.

The use of artificial intelligence technologies in education has attracted widespread attention worldwide because it is the only technology that can mimic human teachers to provide students with personalized, interactive learning. Modern AI technologies in education are highly interactive and human-centered, taking into account the interests and needs of each student. The functionality of educational programs includes pronunciation correction; exercises for constructing sentences from individual words; dialogue practice and other practical language use situations; and automated testing aimed at assessing listening and speaking comprehension. By applying methods such as pronunciation analysis, speech recognition, image recognition, natural language understanding, human-machine interaction, and other technologies, it is possible to create an artificial teacher who can listen, speak, correct errors, assess competency, and apply various approaches depending on the student’s needs.

Speech recognition technology for pronunciation correction in foreign language learners

Whether a child is mastering their native language or consciously learning a foreign language, listening and speaking are the foundation of this process, and imitation is the key to improving these skills. However, after infancy, people’s ability to imitate language declines significantly, necessitating constant reminders and corrections. This is one of the obstacles in foreign language learning. Chinese students learning English serve as an example. Unfortunately, very few teachers, parents, or classmates have the opportunity not only to correct their pronunciation errors but also to offer suggestions for improvement. All this leads to students speaking English with limited confidence, often with incorrect pronunciation. The Chinese pinyin script, which translates Chinese characters into English, uses Latin characters, some of which represent sounds different from those in English. This further leads to students experiencing difficulties in listening and speaking, memorizing words, etc. In addition, they have difficulty feeling the language, and their reading speed does not increase quickly enough or does not increase at all.

Using artificial intelligence technology to simulate a human teacher to correct students’ pronunciation while learning to read is an essential element of foreign language teaching. This role of modern technology represents a breakthrough in foreign language teaching; something like this was never possible in the past. Today, artificial intelligence acts as a listening and speaking coach, patiently guiding and assisting each student.

Artificial intelligence is creating technologies for various areas of life that can replace humans. In particular, AI has enabled the emergence of numerous robotic teachers, auxiliary teachers, virtual tutors, and so on; all of these have radically changed the traditional

teaching model, which relies on a single teacher delivering lessons to many students simultaneously. Modern information technologies help teachers cope with a wide range of functions, including collecting educational resources, imparting knowledge, correcting homework, and even interacting with students. Using big data, virtual tutors can gather resources necessary for the educational process; students can also search for personalized learning resources recommended by virtual tutors using speech recognition technology. When assisting foreign language learners, a robotic tutor collects data and patterns from each student's learning process from its database, analyzes the available information, and provides recommendations. This helps teachers promptly identify problems in the educational process and effectively analyzes each student's level of linguistic competence. Maderer J. believed that artificial intelligence will replace most of the administrative staff and auxiliary teaching staff in higher education institutions in the future [6].

Artificial intelligence represents more than just a revolutionary change in technology. It has also driven significant social and economic change, as well as changes in education, culture, and people's worldviews.

Literature

1. Wang Xiaoli. "Using Artificial Intelligence for Homework Grading Can Be Almost as Good as a Live Teacher's Job." *Pedagogical Bulletin*. Shanghai, 2022. No. 2. pp. 45-47.

2. Maderer, J. "Artificial Intelligence Course Creates an AI Teaching Assistant." [Electronic resource] // Georgia Tech News Center. URL: <http://www.news.gatech.edu/2016/05/09/artificial-intelligence-course-%20ciates-ai-teaching-assistant%20> (accessed March 5, 2022).

3. Shleicher, A. "Schools for 21st-Century Learners: Strong Leaders, Confident Teachers, Innovative Approaches." OECD Publishing, 2015. 80 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264231191-en>. (Accessed: 05.03.2022)

4. Wang Yanbo. Research on the Role of Foreign Language Teachers in the Era of Artificial Intelligence. *Journal of Jilin Radio and Television University*, No. 11, 2018, pp. 82-83

5. Wu Xiaoru, Acting President of iFLYTEK: AI Promotes Education Development and Makes Students More Engaging. *Articles for Self-Broadcasting*. URL: <https://baiiihao.baidu.com/s?id=1686282852639450062&wfr=spider&for=pc> (Accessed: 05.03.2022)

6. Yang Yang. Challenges and Opportunities for Foreign Language Teachers in the Era of Artificial Intelligence. *Think Tank Times*. 2019. C-241

7. Yu Shengquan. "Application of Artificial Intelligence in Education" // *People's Daily Online - People's Video*, guest interview. May 15, 2019.

TECHNICAL SCIENCES

UDC 621.039.7

Khvalin D.I.*candidate of sciences (engineering), senior research worker
Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine*<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398590>

THE PROBLEM OF RADIOACTIVE MATERIAL CHARACTERIZATION

Abstract.

The current state of radioactive materials management at the Chornobyl nuclear power plant is described. It is shown that the choice of technology for radioactive material treatment is influenced by a number of factors, including the level of radioactive contamination and available radionuclides, therefore, the characterization of radioactive materials is an important stage for scientific substantiation of methods for radioactive materials management. Accumulation of such knowledge contributes to a deeper understanding of the processes and structural changes that occur in material under the influence of irradiation during operation in a nuclear reactor.

Keywords: nuclear power plant, hazardous radioactive material, characterization, management, environment, radiation safety.

In most cases, the radiation-hazardous material contains radioactive isotopes with the long half-lives, making such material hazardous for millennia. The long half-lives of radionuclides may exceed the time required for the protective barriers to retain the necessary properties. At the same time, the interaction of radioactive isotopes with other substances during the storage and treatment can lead to unpredictable chemical reactions, which complicates the radiation-hazardous material management. For example, the effect of oxygen on some irradiated materials can cause the release of radioactive gases.

For storage the large amount of hazardous radioactive materials, the construction of high-capacity repositories is accompanied by a significant financial burden even for the most developed countries.

When selecting and optimizing the methods for radioactive materials management, it should be taken into account that radioactive materials from the different parts of reactor may have the different levels of contamination. In particular, the management methods depend on the characteristics of nuclear material, the manufacturability and cost-effectiveness of the selected processing method. From the data above, it is clear that the choice of technology for treatment and decontamination of radioactive materials is influenced by a number of factors, including the level of radioactive contamination and available radionuclides. And the need for scientific substantiation of methods for radioactive materials management becomes obvious. Therefore, the characterization of radioactive materials is an important stage for scientific substantiation of methods for radioactive materials management.

Nuclear graphite is the largest part of solid radioactive waste accumulated in the world. According to the International Atomic Energy Agency, more than 250000 tons of irradiated graphite has been accumulated in the world, the most part of this graphite is retained in the temporary storage facilities that does not solve the problem of its long-term safe storage and treatment [1–3]. The problem of irradiated graphite management is

relevant for many countries where graphite-moderated reactors (including those for military purposes) were operated: USA, UK, France, Spain, Japan, Italy, Germany, Lithuania, China, and others.

In Ukraine, the power units of Chornobyl nuclear power plant (NPP) with High-Power Channel-type Reactors (RBMK) are in the process of decommissioning, which means that in the near future it will be necessary to dismantle more than 5400 tons of spent reactor graphite. The most part of radioactive graphite there is in the reactor stacks of the Chornobyl NPP. Since the present adopted concept for the management of this graphite stipulates its retention in the reactor facilities of the Chornobyl NPP units until 2068, the direct studies of this material are complicated. In the RBMK reactors, besides the stacks, the graphite is also used in the sleeves and split rings of pressure tubes.

To develop plans for future work on decommissioning the Chornobyl NPP power units, it is necessary to assess the composition and activity values of radionuclides, accumulated in structural materials and building construction during the operation of the power unit. In particular, to choose the methods and time periods of graphite management, the information on the composition and level of radioactive nuclides in this material is necessary.

According to the certain calculations for different time periods after operating the power units, the share of graphite stack and graphite elements of pressure tubes in the total amount of reactor radioactive waste can vary within the range of up to 80 %. The calculated estimates of radioactivity and their error are primarily determined by the inaccuracy for the data on the properties of initial structural material and the error for the calculation of neutrons flow density [4, 5]. At the same time, it is namely the graphite elements of reactor that have the greatest uncertainty of initial isotopic composition. Therefore, only the experimental determination of isotopic composition and activity for irradiated graphite samples can provide the necessary «reference point» for verifying the calculated data. This will allow

retrospectively adjusting the initial composition of impurities and increasing the accuracy of calculated estimates of activity for the reactor taken as a whole.

According to the studies [6, 7], the main source of graphite contamination with the long-lived radionuclides caused by the processes of impurities activation, including those adsorbed during the reactor operation. When analyzing the radionuclide content of irradiated graphite, the most difficult thing is to investigate the influence of initial composition and impurity content on the total activity of graphite [5–11]. The main problem is associated with the uncontrolled irregularity in the content and distribution of impurities during the production process, both within a batch of products and within a single product.

Impurities in the reactor graphite contain a large number (up to 30) of widely-distributed species of elements with the concentration of 10^{-4} – 10^{-6} % by mass, many of which due to the complex chemical reactions form the long-lived radionuclides. Together with this group of radionuclides, the fission products and actinides are present in graphite. Their formation is due to the several reasons, the main of which is the ingress of fuel particles into the graphite stack owing to the coolant leakage through incompactness (usually through the lower steel-zirconium transition joints) and the presence of non-sealed reactor fuel assemblies. In addition, according to the studies [4, 6, 7], regardless of fuel particles with the accident origin, the fission products and actinides are detected in graphite due to the impurities of natural uranium and thorium in the reactor graphite (up to 5–10 %), as well as technological contamination of the surface casing of fuel elements with the uranium during their production.

Determining the initial impurity composition of graphite for a specific reactor is a complex task that cannot be solved without special research. This is due to the fact that the content of many impurities in the reactor graphite is not standardized and, accordingly, is not controlled during its manufacture, since the «nuclear purity» of graphite is determined by the total neutron absorption. As a result, for different batches of graphite there may be a significant variation in the impurity content, which depends on the manufacturer, the degree of purification of the raw materials, purification technology, etc. Therefore, the information on the composition and content of impurities in the reactor graphite provided in the technical literature is usually quite contradictory.

According to the studies [6, 7], the main source of ^{14}C accumulation is the reaction on nitrogen $^{14}\text{N}(\text{n,p})^{14}\text{C}$, and the main path of nitrogen accumulation is its adsorption during the operation. Therefore, the adsorption of gases in the reactor graphite during the operation can significantly determine its activity. Ignoring this fact can lead to incorrect results and conclusions, which in turn causes the incorrect planning and solving the task of decommissioning the Chernobyl NPP power units.

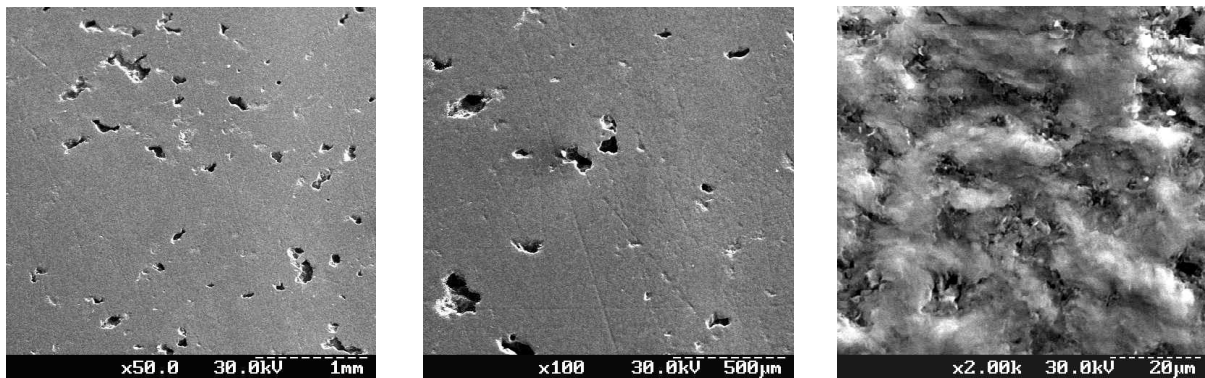
The wide range of isotopes and the rather high requirements for the accuracy of determining the content of each nuclide cause a number of problems in the selection and development of individual methods. Due to a large number of β -emitters and the continuous nature of each spectrum, the total β -spectra of the studied samples do not allow the unambiguously determination of contribution for each isotope. In some cases, based on the β -spectrum limit energies of the isotope and its contribution to the total activity, it is possible to make a semi-qualitative assessment of the contribution of this isotope to the total spectrum, but for an accurate determination of this contribution, the radiochemistry methods are usually required.

The study of radioisotope desorption at the different temperatures is not only scientific but also practical interest, since in the case of long-term storage of irradiated graphite, due to the natural processes, the different temperature conditions are possible.

Reactor graphite has a well-developed porosity, as a result, it can adsorb the significant amount of light and heavy elements, including the fuel fission products and actinides [12, 13, 14]. Therefore, there is a question of the fixation reliability for the sorbed radionuclides in graphite, which is the great importance when determining the methods for the graphite management as one of the radioactive waste types. From a practical point of view, it is more important to obtain the data on the fixation reliability of radionuclides in graphite under the influence of temperatures in real conditions.

At one time in Ukraine, the comprehensive studies of radioactivity and sorb characteristics were conducted only for the grade GRP-2-125 graphite of split rings of pressure tubes (selected from five cells of the reactor of the Chernobyl NPP power unit № 2) [10]. According to the obtained results, the activity of irradiated graphite (grade GRP-2-125) is determined primarily by the content of ^{14}C , as well as the content of radionuclides of impurity and technological origin (^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{55}Fe , ^{59}Ni , ^{60}Co , ^{63}Ni , $^{93\text{m}}\text{Nb}$, ^{94}Nb , ^{133}Ba), and fuel fission products (^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{154}Eu , ^{155}Eu). At the same time, the ^{14}C and ^{36}Cl radionuclides are distributed homogeneously in the samples, while the other radionuclides are distributed heterogeneously. The distributions of ^{14}C and ^{36}Cl along the height of the core (within ± 2.6 m from the center of the core to the «plateau» reactor) are in good agreement with the distribution of neutrons along the height of the core. The radionuclide ^{14}C is the only isotope in irradiated reactor graphite, on the basis of which it is possible to make a comparison with the results of experimental and calculated studies of graphite activity.

Fig. 1 shows images for the surface of unirradiated graphite sample (grade GRP-2-125) at the different magnifications, obtained with the help of Scanning Electron Microscopy [10].



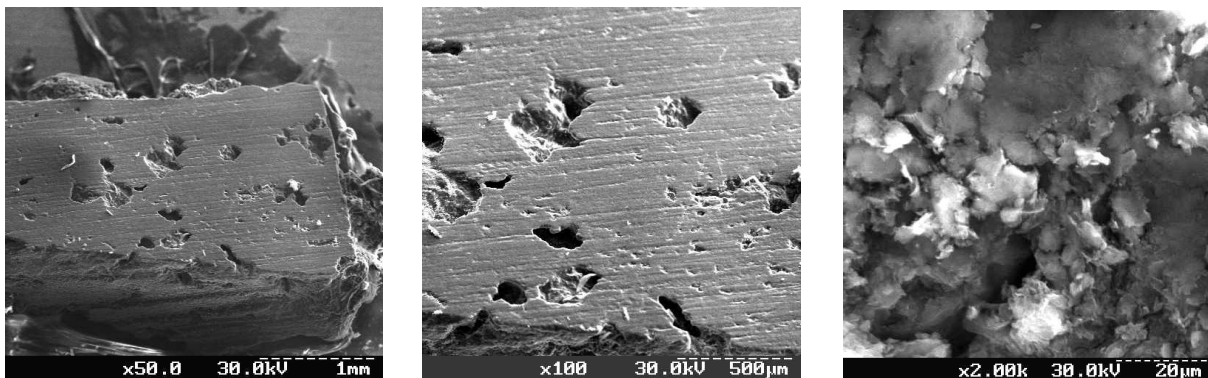
Magnification on the 50 times

Magnification on the 100 times

Magnification on the 2000 times

Fig. 1 The surface of unirradiated graphite sample at the different magnifications [10]

Fig. 2 shows images for the surface of irradiated graphite sample (grade GRP-2-125) at the different magnifications, obtained with the help of Scanning Electron Microscopy [10].



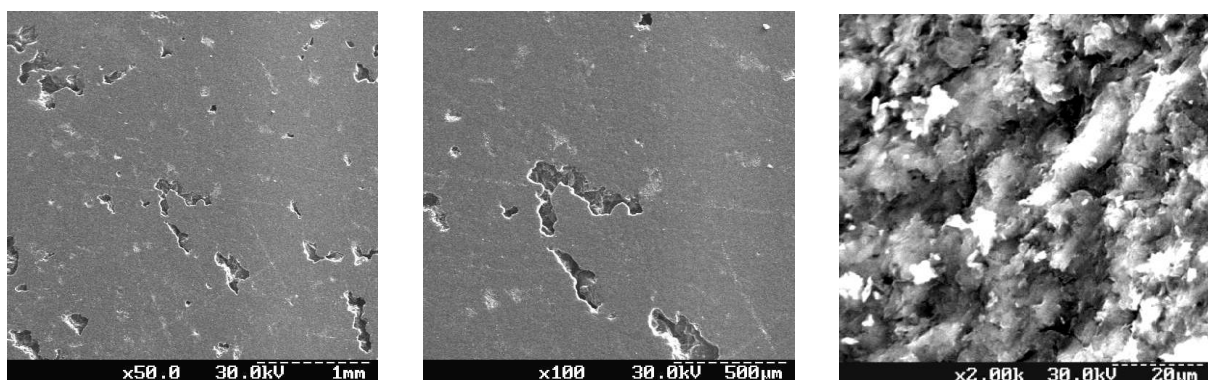
Magnification on the 50 times

Magnification on the 100 times

Magnification on the 2000 times

Fig. 2 The surface of irradiated graphite sample at the different magnifications [10]

Fig. 3 shows images for the section of unirradiated graphite sample (grade GRP-2-125) at the different magnifications, obtained with the help of Scanning Electron Microscopy [10].



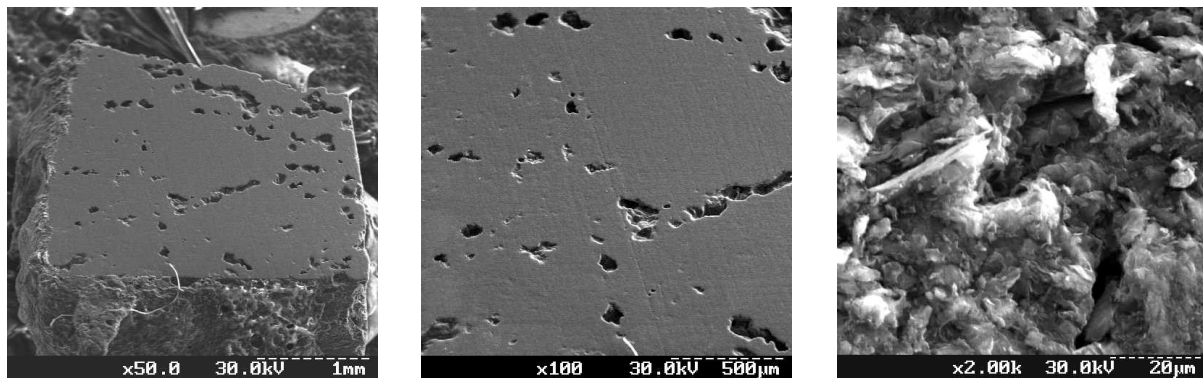
Magnification on the 50 times

Magnification on the 100 times

Magnification on the 2000 times

Fig. 3 The inner part of unirradiated graphite sample at the different magnifications [10]

Fig. 4 shows images for the section of irradiated graphite sample (grade GRP-2-125) at the different magnifications, obtained with the help of Scanning Electron Microscopy [10].



Magnification on the 50 times

Magnification on the 100 times

Magnification on the 2000 times

Fig. 4 The inner part of irradiated graphite sample at the different magnifications [10]

According to the Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 and Fig. 4, for both surface and inner part of samples, the visual difference between unirradiated and irradiated graphites is observed, as well the porosity of the surface, in contrast with the inner part of graphite, changes noticeably after irradiation.

Conclusions

Today, the irradiated graphite from the Chernobyl NPP remains in the reactor facilities undergoing the final decommissioning and conservation. Dismantling and management of graphite stacks is one of the most difficult tasks of the upcoming decommissioning phases. Over the years of nuclear energy usage, the numerous methods for treatment and decontamination of radioactive materials have been proposed. However, the attempts to find a solution based on the experience gained show that a long-term strategy for the safe management of spent nuclear fuel and radioactive waste is more complex than it seemed before, and that this problem has not only a technological, but also a socio-ecological, economic and moral direction.

It should be noted that there is no final decision on the methods for irradiated graphite management, not only in Ukraine, but in the world in general. It will depend on the results of detailed waste characterization, further scientific researches, the development of the national radioactive waste management infrastructure, as well the financial and economic capabilities of the state.

Literature

1. A comprehensive review on decontamination of irradiated graphite waste / Fu K., Chen M., Wei S., Zhong X. *Journal of Nuclear Materials*. 2022. Vol. 559. 153475.
2. Dunzik-Gougar M.L., Smith T.E. Removal of carbon-14 from irradiated graphite. *Journal of Nuclear Materials*. 2014. Vol. 451. Iss. 1-3. P. 328–335.
3. Management of Radioactive Waste Containing Graphite: Overview of Methods / Fuks L., Herdzik-Koniecko I., Kiegiel K., Zakrzewska-Koltuniewicz G. *Energies*. 2020. Vol. 13(18). 4638.
4. Calculation of radioactivity and radiation characteristics for the equipment and structural elements of the reactor facility of the Chernobyl NPP power unit № 1 after its final shutdown. Final report. Slavutych: RSC

Kurchatov Institute and Slavutych Laboratory of International Researches and Technologies, 2000. 14 p. (Rus.)

5. Calculation of isotopic composition and radiation characteristics for the equipment and structural elements of the reactor of the Chernobyl NPP power unit № 2. Final report. Slavutych: Slavutych Laboratory of International Researches and Technologies, 2001. 87 p. (Rus.)

6. Experimental study of radioactive contamination for graphite stacks of the industrial reactors of the Siberian Chemical Factory / Bushuev A.V., Verzilov Yu.M., Zubarev V.N. [et al.]. *Atomic energy*. 2002. Vol. 92. Iss. 6. P. 477–485. (Rus.)

7. Bulanenko V.I., Frolov V.V., Nikolaev A.G. The radiation characteristics of graphite from the decommissioned uranium-graphite reactors. *Atomic energy*. 1996. Vol. 81. Iss. 4. P. 304–307. (Rus.)

8. Virgiliev Yu.S. Impurities in the reactor graphite and its performance. *Atomic energy*. 1998. Vol. 84. Iss. 1. P. 7–15. (Rus.)

9. Study of radioactivity graphite content of the Chernobyl NPP / Bondarkov M.D., Bondarkov D.M., Maksimenko A.M. [et al.]. *Bulletin of the RAS. Physical series*. 2009. Vol. 73. Iss. 2. P. 274–278. (Rus.)

10. Study of GRP-2-125 graphite radioactivity of the reactor of the Chernobyl NPP power unit № 2. Report on the research work. Slavutych: International Radioecological Laboratory of the Chernobyl Center, 2003. P. 79. (Rus.)

11. Comparative analysis of experimental and calculated data of activity and nuclide composition of graphite elements of the reactor channels of the 2nd power unit of ChNPP / Bobro D.G., Bondarkov M.D., Nosovskiy A.V. [et al.]. *Nuclear and radiation safety*. 2003. Vol. 6. Iss. 3. P. 78–86. (Rus.)

12. The determination of quantitative content of H-3 and C-14 in the reactor graphite / Bushuev A.V., Verzilov Yu.M., Zubarev V.N. [et al.]. *Atomic energy*. 1992. Vol. 73. Iss. 6. P. 446–450. (Rus.)

13. Content of Co-60 in spent graphite of the industrial reactors stacks of the Siberian Chemical Factory / Bushuev A.V., Verzilov Yu.M., Zubarev V.N. [et al.]. *Atomic energy*. 1999. Vol. 86. Iss. 3. P. 183–188. (Rus.)

14. Proshin I.M. Composition and content of impurities in graphite of industrial reactors. Atomic energy. 2002. Vol. 92. Iss. 4. P. 298–302. (Rus.)

PHILOLOGICAL SCIENCES

*Mansura Tiflis Aghayeva*¹

*Senior Lecturer at the Department of English Language (for Humanities Faculties),
Baku State University (BSU),
PhD in Philology*

*Aygun Telman Hasanova*²

*Senior teacher
Azerbaijan State Agricultural University
Academic centre for Languages
The Republic of Azerbaijan*^{1,2}

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398614>

EXPLORING THE INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON WILLIAM FAULKNER'S WORKS IN THE CONTEXT OF THE GREAT DEPRESSION

Abstract

*This article explores the influence of socio-economic factors on William Faulkner's literary works within the historical framework of the Great Depression. By integrating recent scholarly perspectives and interdisciplinary approaches, the study examines how economic collapse, class stratification, agrarian decline, and cultural dislocation shaped Faulkner's narrative strategies, themes, and character construction. Drawing on contemporary research (2021–2025), the article argues that Faulkner's fiction reflects not only the socio-economic realities of the American South but also the broader ideological tensions of Depression-era America. Through close analysis of selected novels such as *As I Lay Dying*, *The Sound and the Fury*, and *Light in August*, the study demonstrates that Faulkner's works serve as a critical site for examining the intersection of economic hardship and human experience.*

Introduction

The Great Depression (1929–1939) was a defining period in American history, marked by an unprecedented economic collapse that reshaped both social structures and cultural production. Following the stock market crash of October 1929, unemployment in the United States soared to nearly 25%, and industrial production dropped by approximately 45% (Bailey et al., 2024). The crisis had severe regional disparities: while urban centers suffered job losses in manufacturing, rural areas faced plummeting agricultural prices, debt crises, and widespread farm foreclosures (Gawai et al., 2023). The Southern United States, already struggling with the lingering economic repercussions of the Civil War and Reconstruction, was particularly vulnerable. Its economy, heavily dependent on cotton and small-scale agriculture, suffered from chronic underinvestment and limited industrialization, amplifying the effects of the national depression (Recent socio-economic analysis of Depression-era conditions, 2025).

William Faulkner (1897–1962) produced many of his most significant works during this tumultuous period, and the socio-economic realities of the Great Depression had a profound influence on his literary imagination. Faulkner was deeply aware of the economic fragility surrounding him. He grew up in Oxford, Mississippi, a town emblematic of the South's economic stagnation and social conservatism. This environment shaped his understanding of poverty, class tensions, and racial inequalities, which became recurring motifs in his fiction. Scholars argue that Faulkner's intimate knowledge of the economic hardships faced by his neighbors and family informed his nuanced portrayals of both the upper-class decline and lower-class struggle (Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context, 2025).

Recent research in literary and socio-economic studies (2021–2025) has emphasized the interplay between historical context and narrative form in Faulkner's works. For example, multiple studies highlight that the fragmented narrative structures and stream-of-consciousness techniques in novels such as *The Sound and the Fury* and *As I Lay Dying* can be read as formal responses to the disorder and instability of Depression-era society (Num University, 2025). By portraying dislocated families, disrupted social hierarchies, and morally complex communities, Faulkner reflects the pervasive uncertainty of the time, simultaneously critiquing and humanizing the struggles induced by economic collapse.

Furthermore, Faulkner's personal experiences during the Depression added an additional layer of urgency to his literary production. Financial instability forced him to negotiate publishing contracts more pragmatically, and his interactions with local communities provided firsthand insight into labor exploitation, racial segregation, and rural poverty. These experiences informed his capacity to depict both material and psychological deprivation with remarkable realism (Atkinson, 2006). Scholars have recently argued that Faulkner's engagement with socio-economic conditions renders his works not merely regional fiction but a critical lens through which broader questions of American identity, resilience, and inequality can be explored (Bailey et al., 2024; Gawai et al., 2023).

This article situates Faulkner's fiction within this complex historical and socio-economic context, exploring how the Great Depression influenced his thematic concerns, character development, and narrative experimentation. By analyzing both textual evidence and contemporary scholarship, the study demonstrates that

Faulkner's works serve as a mirror to the economic, social, and ideological upheavals of his time. In doing so, it provides a framework for understanding the enduring relevance of his literary contributions in the study of economic hardship, social inequality, and cultural resilience.

The Socio-Economic Context of the Great Depression

The Great Depression was not merely an economic downturn but a transformative historical moment that reshaped social relations and cultural production. The collapse of financial markets, widespread bank failures, and declining industrial output created a climate of uncertainty and despair. The crisis was particularly severe in rural areas, where farmers faced declining crop prices, debt, and displacement.

Recent studies emphasize that the Depression had long-term effects on economic mobility, education, and income levels, with impacts persisting across generations. In the American South, these effects were compounded by existing inequalities, including racial segregation and economic underdevelopment.

Faulkner's fictional Yoknapatawpha County reflects this socio-economic landscape. His works portray a society marked by economic hardship, social stratification, and cultural tension. The South, as depicted in his fiction, becomes a microcosm of broader economic and ideological struggles.

Agrarian Decline and Rural Poverty

The agrarian decline of the American South during the Great Depression forms a central backdrop for William Faulkner's literary exploration of poverty and social dislocation. The South's agricultural economy, largely dependent on cotton and small-scale subsistence farming, was particularly vulnerable to national economic downturns. By the early 1930s, cotton prices had plummeted to levels barely sustaining farm operations, and foreclosure rates in rural counties skyrocketed (Gawai et al., 2023). This socio-economic instability permeates Faulkner's fictional Yoknapatawpha County, where farming families navigate both environmental and economic precarity.

In *As I Lay Dying* (1930), the Bundren family epitomizes the struggle of rural Southern farmers. Their arduous journey to Jefferson to bury Addie Bundren is a literal and symbolic representation of agrarian hardship. The family's limited financial resources, dilapidated property, and reliance on natural cycles of farming illustrate the structural constraints imposed by the Depression. Each character embodies a distinct aspect of rural poverty: Anse Bundren's stubbornness and economic naïveté reflect generational inertia, Darl's alienation underscores the psychological toll of poverty, and Dewey Dell's labor struggles highlight gendered vulnerabilities in a patriarchal, economically constrained society (Num University, 2025).

The Bundrens' difficulties also highlight the fragility of traditional family structures in the face of economic decline. Faulkner emphasizes that poverty does not merely affect material conditions but destabilizes social and familial hierarchies. Anse's inability to effectively manage resources leads to tension, conflict, and moral compromise, demonstrating how economic

pressure can undermine both authority and kinship bonds. Scholars have noted that Faulkner's portrayal of the Bundrens reflects a "microcosm of Southern rural desperation" where economic survival and social identity are inextricably linked (Atkinson, 2006).

When compared with other works, such as *Light in August* (1932) and *The Hamlet* (1940), similar themes of agrarian decline emerge. In *Light in August*, the rural landscape is depicted as both oppressive and limiting, with characters like Joe Christmas navigating a world of constrained economic opportunity and social marginalization. Similarly, *The Hamlet*, part of the Snopes trilogy, chronicles the opportunistic rise of the Snopes family against a backdrop of decaying agrarian communities, demonstrating the wider impact of economic stagnation on social mobility and moral compromise. These comparative examples underscore Faulkner's consistent interest in examining how rural poverty shapes interpersonal relationships, ethical choices, and generational dynamics.

Recent scholarship (2021–2025) emphasizes that Faulkner's rural narratives not only document historical realities but also function as social critique. By portraying the Bundrens and other rural families in conditions of persistent economic precarity, Faulkner illuminates systemic inequities, including the uneven distribution of land, labor exploitation, and regional isolation. This aligns with contemporary studies in economic history that highlight the role of structural factors—such as debt dependency, sharecropping, and limited access to credit—in perpetuating rural poverty (Bailey et al., 2024). Faulkner's narrative strategy combines realism with symbolic depth: the physical journey of the Bundrens parallels the social and economic dislocation experienced by countless rural Southerners during the Depression.

Moreover, Faulkner's depiction of agrarian decline is inseparable from environmental factors. Floods, droughts, and unpredictable rivers, often described in meticulous detail, exacerbate the precariousness of rural life, reflecting the interdependence of ecological and economic conditions. This holistic portrayal situates Faulkner as an early chronicler of what modern scholarship terms "human-environment economic interaction" in literary studies (Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context, 2025). The combination of environmental stressors, generational inertia, and structural poverty produces a layered depiction of rural hardship, making the Bundren family's experience both historically specific and universally resonant.

In sum, Faulkner's treatment of agrarian decline and rural poverty extends beyond simple depiction. Through nuanced character development, interwoven narrative perspectives, and comparative textual strategies, he presents poverty as a complex social, economic, and moral phenomenon. By situating the Bundrens within a broader regional and temporal framework, Faulkner underscores the persistent vulnerabilities of the Southern rural community while offering profound insights into human resilience under systemic economic stress.

Class Stratification and Social Inequality

Class stratification in William Faulkner's fiction is a central lens through which the socio-economic tensions of the American South are explored. The Great Depression exacerbated pre-existing social hierarchies, creating a sharp divide between landowners, tenant farmers, sharecroppers, and laborers. Faulkner's novels consistently depict the consequences of these disparities, illustrating how economic instability both reflects and reinforces social inequality. In *The Sound and the Fury* (1929), for example, the decline of the Compson family symbolizes the collapse of the Southern aristocracy, whose wealth and status are no longer sufficient to maintain their social authority. Their fall is mirrored by the struggles of lower-class characters, highlighting the interdependence of wealth, status, and social mobility (Atkinson, 2006).

The interactions between social classes in Faulkner's fiction are complex and often fraught with tension. Upper-class characters, although facing the erosion of traditional authority, maintain a sense of entitlement, while lower-class figures navigate systemic constraints that limit their opportunities. Faulkner's depiction emphasizes that class identity is not merely economic but also cultural and psychological. The characters' perceptions of honor, shame, and social obligation are deeply intertwined with their economic standing. Contemporary scholarship notes that Faulkner's work captures "the moral and psychological dimensions of class inequality," illustrating how structural forces shape interpersonal relationships (Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context, 2025).

Gender dynamics further complicate social stratification in Faulkner's works. Women in the rural South often occupy marginalized positions, bearing the dual burdens of economic precarity and patriarchal control. Dewey Dell Bundren in *As I Lay Dying* exemplifies the intersection of class and gender vulnerability. Her labor is both physically demanding and socially undervalued, and she faces limited autonomy within a patriarchal family structure. Similarly, Lena Grove in *Light in August* must strive to assert agency within a constrained societal framework. Recent studies (2022–2024) highlight that Faulkner's female characters not only endure systemic oppression but also actively navigate and resist socio-economic limitations, illustrating the gendered dimensions of poverty and class (Num University, 2025).

Race is another critical axis of social inequality in Faulkner's fiction. The Great Depression intensified racial hierarchies in the South, as African American laborers were often the most economically marginalized and socially oppressed. In *Light in August*, Joe Christmas's mixed-race identity exposes the intersection of race, class, and social stigma. His economic precarity is inseparable from the racialized social order, demonstrating how race and class intersect to shape opportunity and mobility. Scholars have noted that Faulkner's treatment of race reflects both the systemic exploitation of African Americans and the moral contradictions of white Southern society (Bailey et al., 2024).

Faulkner also depicts interactions between these axes—class, gender, and race—highlighting how they collectively structure social life. For instance, in *The Hamlet* (1940), the Snopes family's rise to prominence illustrates how lower-class individuals exploit the weaknesses of decaying traditional hierarchies, yet their success is constrained by social prejudice, gender norms, and racialized labor divisions. Contemporary socio-economic analysis (2023–2025) supports the view that Faulkner's narratives provide a "microcosmic examination of multi-dimensional inequality," where structural, cultural, and interpersonal factors converge to define the limits of mobility (Gawai et al., 2023).

Moreover, Faulkner's stylistic choices—such as multiple perspectives and fragmented narratives—serve to underscore the diversity of social experiences. By giving voice to characters across different classes, genders, and races, Faulkner emphasizes the interconnectedness of these groups, as well as the conflicts and dependencies that arise from unequal economic and social conditions. His fiction thus functions as a complex social commentary, revealing both the injustices of hierarchical structures and the resilience of marginalized individuals navigating systemic constraints.

In sum, Faulkner's exploration of class stratification and social inequality reveals the intricate interplay of economics, gender, and race in shaping Southern society. By examining these dynamics, his works offer a profound critique of the socio-economic structures of the Depression-era South while illuminating the moral, psychological, and social consequences of inequality.

Economic Dislocation and Identity Crisis

The socio-economic upheaval of the Great Depression led to a profound sense of dislocation and identity crisis. Individuals were forced to confront the loss of economic stability and social status, leading to psychological and existential uncertainty.

Faulkner's characters often experience a fragmented sense of identity, mirroring the broader social fragmentation of the period. In *Light in August*, characters struggle with issues of identity, belonging, and social alienation. These struggles are closely linked to economic instability and social marginalization.

Modernist narrative techniques, such as stream of consciousness and nonlinear storytelling, allow Faulkner to represent the inner turmoil of his characters. These techniques reflect the complexity of human experience in a time of crisis, emphasizing the connection between socio-economic conditions and psychological states.

Race, Labor, and Economic Exploitation

Race and labor are central to understanding the socio-economic dynamics in William Faulkner's fiction, particularly during the Great Depression. The South's economy relied heavily on African American labor, yet systemic discrimination, entrenched by Jim Crow laws, severely limited the economic opportunities available to Black individuals. Jim Crow legislation, which enforced racial segregation in public and private life, reinforced social hierarchies, restricted access to education and property ownership, and perpetuated economic disparities (Bailey et al., 2024). Faulkner's narratives often depict the consequences of these legal and social

structures, showing how race and labor intersect to produce complex forms of economic exploitation.

In novels such as *Light in August* (1932) and *Go Down, Moses* (1942), Faulkner portrays both free and coerced labor systems. Characters such as Joe Christmas and Lucas Beauchamp navigate environments where economic survival is deeply constrained by racial prejudice and social exclusion. For African Americans, opportunities for economic advancement are scarce, forcing many into sharecropping or tenant farming arrangements that, while technically voluntary, often replicate conditions of servitude due to high debt, unfair contracts, and lack of legal protection (Gawai et al., 2023). These depictions illustrate the persistent legacy of slavery and the structural inequities that limited Black laborers' social mobility, even decades after Emancipation.

Faulkner contrasts these experiences with those of white laborers and small-scale farmers, highlighting how racial privilege mediates access to economic resources. While lower-class white characters also face poverty, they often retain social advantages denied to Black characters, including legal protections, property rights, and social mobility within certain sectors. This duality is evident in *The Hamlet* (1940), where the Snopes family's manipulations of economic opportunities occur in a context that still systematically excludes African Americans from meaningful participation in wealth accumulation. Contemporary research emphasizes that Faulkner's depiction of these inequities aligns with historical evidence showing the widening racial wealth gap during the Depression, exacerbated by systemic barriers and discriminatory labor practices (Num University, 2025).

Gender further complicates these dynamics, as African American women faced the compounded burden of racial and gendered exploitation. Female laborers were often relegated to domestic service, farm labor, or low-wage industrial work, experiencing both social subjugation and economic precarity. In *As I Lay Dying*, Dewey Dell Bundren's labor and reproductive struggles parallel the broader societal patterns that constrained women's agency, while in other texts, Black female characters confront an even harsher intersection of racial and gender oppression. Recent scholarship (2022–2024) highlights that Faulkner's treatment of race and gender in labor contexts reveals “the intersectional mechanisms of economic exploitation” in the Depression-era South (Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context, 2025).

Faulkner also uses labor and economic exploitation to explore moral and psychological consequences. Characters subjected to systemic oppression frequently experience alienation, despair, and social marginalization, illustrating the human cost of structural inequities. Moreover, Faulkner often depicts these conditions as intergenerational: historical injustices, such as slavery and Jim Crow segregation, continue to shape present-day labor opportunities and social expectations. By intertwining personal narratives with broader historical forces, Faulkner creates a literary landscape in which race, labor, and economic exploitation are inseparable from the moral and cultural fabric of the South.

In summary, Faulkner's fiction offers a nuanced exploration of race, labor, and economic exploitation, highlighting both structural inequalities and individual experiences. By incorporating examples of free and coerced labor, illustrating the impact of Jim Crow laws, and emphasizing economic disparities across racial lines, Faulkner demonstrates how systemic oppression shapes social, economic, and psychological life in the Depression-era South. His work serves not only as a historical record but also as a profound critique of the intertwined forces of race, labor, and economic inequality.

Ideological Tensions and Cultural Transformation

The Great Depression was also a period of ideological conflict, with competing visions of social and economic order. Debates over capitalism, socialism, and agrarianism shaped public discourse and cultural production.

Faulkner's works reflect these ideological tensions. His narratives often present multiple perspectives, allowing readers to engage with conflicting viewpoints. This narrative strategy mirrors the broader cultural debates of the 1930s.

Scholars argue that Faulkner's fiction can be seen as an “ideological battleground,” where different social and political ideas are explored. His engagement with these issues demonstrates the role of literature as a site of cultural negotiation.

Narrative Innovation and Socio-Economic Reality

William Faulkner's narrative innovations are deeply intertwined with the socio-economic realities of the American South during the Great Depression. His experimentation with time, perspective, and syntax reflects not only literary modernism but also a deliberate attempt to convey the complexity and fragmentation of social life under economic duress. Faulkner's use of nonlinear narratives, stream-of-consciousness techniques, and polyphonic storytelling allows readers to experience the uncertainty, dislocation, and psychological stress faced by his characters in an economically unstable environment (Num University, 2025).

One of the most striking examples of Faulkner's narrative experimentation is found in *The Sound and the Fury* (1929). The novel's first section, narrated by Benjy Compson, employs a nonlinear chronology that mirrors the disjointed perception of a cognitively disabled character. By collapsing past, present, and future into a single narrative flow, Faulkner captures the enduring psychological effects of family decline and economic instability. Scholars have noted that this temporal fragmentation parallels the disruption of Southern society itself, as traditional hierarchies and economic structures collapse under the pressures of poverty, debt, and social change (Atkinson, 2006).

Similarly, in *As I Lay Dying* (1930), Faulkner utilizes multiple first-person narrators to present overlapping and sometimes contradictory perspectives on a single event—the Bundren family's journey to bury Addie Bundren. This polyphonic approach emphasizes the subjective experience of hardship, demonstrating

that economic scarcity affects each family member differently. Darl's philosophical musings, Dewey Dell's labor-related anxieties, and Anse's practical concerns collectively construct a multifaceted portrayal of rural poverty. Recent scholarship (2021–2024) highlights that Faulkner's narrative multiplicity is a formal response to socio-economic complexity, enabling the text to simulate the diverse experiences of Depression-era rural communities (Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context, 2025).

Faulkner's manipulation of syntax and sentence structure further reinforces socio-economic themes. In *Absalom, Absalom!* (1936), sentences often extend across pages, incorporating subordinate clauses, parenthetical digressions, and shifts in voice. This syntactic density mirrors the entanglement of historical, social, and economic forces shaping the characters' lives. As critics argue, the long, meandering sentences simulate the persistence of historical burdens and economic constraints, demonstrating how form and content are inseparable in Faulkner's critique of Southern society (Bailey et al., 2024).

Time manipulation is also evident in Faulkner's depiction of memory and anticipation. Characters frequently reflect on past economic hardships, anticipate future scarcity, or juxtapose personal loss with communal decline. These temporal shifts create a sense of continuity between generations, illustrating how economic and social inequities are transmitted across time. For instance, in *Light in August* (1932), the interweaving of Joe Christmas's present struggles with historical racial oppression conveys a layered socio-economic critique, emphasizing the cyclical nature of poverty, labor exploitation, and marginalization (Gawai et al., 2023).

Moreover, Faulkner's narrative experiments allow him to interrogate the moral and psychological dimensions of socio-economic reality. By disrupting conventional storytelling, he foregrounds subjective experience, social fragmentation, and moral ambiguity. Characters' inner lives are rendered with unprecedented depth, reflecting how economic pressures and social hierarchies shape identity, perception, and action. Scholars increasingly view Faulkner's formal innovations as inseparable from his socio-economic concerns: his experimental style is not merely artistic but a method for representing the multifaceted realities of Depression-era life (Num University, 2025).

In conclusion, Faulkner's narrative innovations—nonlinear chronology, multiple perspectives, complex syntax, and temporal manipulation—serve as a literary mechanism for portraying socio-economic reality. By aligning form with thematic content, Faulkner creates a narrative structure capable of capturing the dislocations, hardships, and moral complexities of the American South during the Great Depression. His experimental techniques are thus both aesthetic achievements and tools for social critique, demonstrating the inseparability of literary form and socio-economic consciousness.

The Southern Setting as a Socio-Economic Microcosm

Yoknapatawpha County, Faulkner's fictional setting, serves as a microcosm of the American South. It

encapsulates the region's socio-economic dynamics, including poverty, racial inequality, and cultural conflict.

The setting allows Faulkner to explore the impact of the Great Depression on a specific community while also addressing broader national and global issues. His detailed portrayal of the South highlights the interconnectedness of local and global economic processes.

Recent scholarship emphasizes the importance of "human ecology" in understanding Faulkner's work, focusing on the relationship between individuals and their environment. This approach underscores the significance of socio-economic factors in shaping human experience.

Resilience and Human Agency

Despite the pervasive influence of socio-economic hardship, Faulkner's works also highlight human resilience and agency. His characters, though often constrained by their circumstances, demonstrate a capacity for endurance and adaptation.

This resilience reflects broader historical patterns, as individuals and communities navigated the challenges of the Great Depression. Studies show that even in the face of severe economic hardship, many individuals exhibited resourcefulness and adaptability.

Faulkner's portrayal of resilience adds a layer of complexity to his critique of socio-economic conditions. It suggests that while individuals are shaped by their environment, they are not entirely determined by it.

Conclusion

The influence of socio-economic factors on William Faulkner's works is profound and multifaceted. The Great Depression, as a defining historical moment, shaped not only the themes and characters of his fiction but also his narrative techniques and ideological concerns.

Through his exploration of poverty, class division, racial inequality, and cultural transformation, Faulkner provides a nuanced portrayal of the human experience in a time of crisis. His works reflect the complexities of socio-economic reality while also offering insight into the resilience of individuals and communities.

By integrating recent scholarly perspectives, this article demonstrates that Faulkner's fiction remains relevant for understanding the relationship between literature and socio-economic context. His works continue to serve as a valuable resource for examining the interplay between economic conditions and cultural expression.

References

1. Bailey, M. J., Lin, P. Z., Mohammed, A. R. S., & Prettyman, A. (2024). The effects of the Great Depression on intergenerational mobility. *RSF: The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences*, 10(1), 32–56.
2. Gawai, V., et al. (2023). Early-life exposure to the Great Depression and long-term economic outcomes. *Journal of Human Resources*.
3. Recent socio-economic analysis of Depression-era conditions. (2025). *Economic History Review*.
4. Faulkner, W. (1929). *The Sound and the Fury*. New York: Jonathan Cape.

5. Faulkner, W. (1930). *As I Lay Dying*. New York: Jonathan Cape.
6. Faulkner, W. (1932). *Light in August*. New York: Jonathan Cape.
7. Faulkner, W. (1936). *Absalom, Absalom!*. New York: Jonathan Cape.
8. Faulkner, W. (1940). *The Hamlet*. New York: Random House.
9. Faulkner, W. (1942). *Go Down, Moses*. New York: Random House.
10. Contemporary analysis of Faulkner's socio-economic context. (2025). Num University Digital Repository.
11. Atkinson, T. (2006). *Faulkner and the Great Depression: Aesthetics, ideology, and cultural politics*. Athens, GA: University of Georgia Press.

Ismayilova Gulnur Nuraddin

Head teacher at GSU

Ahmadova Vusala Ziraddin

Head teacher at GSU

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398627>

ARCHAISMS IN THE WORKS OF SHAKESPEARE: A PHILOLOGICAL STUDY

Abstract

This article explores the use of archaisms in the works of William Shakespeare from a philological perspective. It examines how archaic vocabulary, grammar, and stylistic features function within his plays and sonnets, contributing to characterization, thematic depth, and poetic expression. The study also considers the historical linguistic context of Early Modern English and evaluates the role of archaisms in shaping Shakespeare's enduring literary legacy.

Keywords: Philology, archaism, Shakespeare, Early Modern English, lexical archaisms, morphological archaisms, syntactic archaisms, semantic change, historical linguistics, literary style

Introduction

Philology, as the study of language in historical texts, provides valuable tools for analyzing literary works in their linguistic and cultural contexts. One of the most prominent features of Shakespeare's language is his use of archaisms—linguistic elements that were already outdated or becoming obsolete during his time. These include obsolete words, grammatical forms, and stylistic conventions.

The purpose of this article is to analyze how Shakespeare employs archaisms deliberately, not merely as remnants of older English, but as stylistic devices that enrich meaning, elevate tone, and distinguish characters.

The Concept of Archaism in Philology

Archaisms are linguistic forms that are no longer in common use but are retained for stylistic or rhetorical purposes. In philology, archaisms are classified into several types:

- **Lexical archaisms:** obsolete words (e.g., *thou, thee, thy*)
- **Morphological archaisms:** outdated inflections (e.g., *-eth* endings like *speaketh*)
- **Syntactic archaisms:** older sentence structures
- **Semantic archaisms:** words whose meanings have shifted over time

In Shakespeare's works, these elements often co-exist with contemporary language, creating a layered linguistic texture.

Historical Linguistic Context: Early Modern English

Shakespeare wrote during the transition from Middle English to Modern English, a period known as Early Modern English (approximately 1500–1700). This era was characterized by:

- Rapid vocabulary expansion
- Standardization of grammar
- Influence of Latin and French
- Coexistence of older and newer forms

Many forms that appear archaic today were either still in use or becoming obsolete in Shakespeare's time. His deliberate retention of certain forms suggests stylistic intention rather than mere convention.

Lexical Archaisms in Shakespeare

Shakespeare frequently uses archaic vocabulary to evoke antiquity, formality, or emotional intensity. Examples include:

- *Thou, thee, thy, thine* (second-person singular pronouns)

- *Hither, thither, whence*

- *Perchance* (meaning “perhaps”)

These words often signal intimacy, hierarchy, or emotional tone. For example:

- *Thou* may indicate closeness or contempt, depending on context

- *You* is used more formally or respectfully

Thus, pronoun choice becomes a subtle tool of characterization.

Morphological Archaisms

Morphological archaisms are especially visible in verb forms:

- Third-person singular ending: *-eth* (e.g., *goeth, speaketh*)

- Second-person singular ending: *-est* (e.g., *goest, knowest*)

Although these forms were declining in usage, Shakespeare retained them for:

- Rhythmic and metrical purposes

- Elevated or poetic tone

- Historical or dramatic authenticity

These forms contribute to the musicality of his verse, particularly in iambic pentameter.

Syntactic Archaisms

Shakespeare often employs syntactic structures that differ from modern English:

- Inversion of word order (e.g., “Goes he?” instead of “Does he go?”)

- Omission of auxiliary verbs

- Complex subordinate clauses

Such constructions enhance dramatic emphasis and poetic rhythm. They also reflect older patterns inherited from Middle English and Latin rhetorical traditions.

Semantic Archaisms

Semantic shifts are another important aspect. Words in Shakespeare's time often had meanings different from those today:

- *Silly* meant “innocent” or “helpless”
- *Presently* meant “immediately,” not “soon”

Understanding these meanings is crucial for accurate interpretation. Misreading semantic archaisms can lead to misunderstandings of character intent and thematic nuance.

Stylistic and Dramatic Functions

Archaisms in Shakespeare serve several important functions:

Characterization

Different characters use different linguistic registers. Nobility often speak in more archaic or formal language, while commoners use simpler, more contemporary speech.

Social Hierarchy

Pronoun usage (*thou* vs. *you*) reflects power dynamics, intimacy, or insult.

Poetic Elevation

Archaisms lend a sense of grandeur and timelessness, particularly in tragedies and historical plays.

Emotional Intensity

Older forms can intensify emotional expression, making dialogue more dramatic and memorable.

Archaisms in Selected Works

Hamlet

The use of archaic pronouns reflects Hamlet's shifting emotional states, particularly in his interactions with Ophelia and Gertrude.

Macbeth

Archaic language contributes to the dark, supernatural atmosphere, especially in the speech of the witches.

King Lear

The interplay of archaic and contemporary forms underscores themes of authority, madness, and familial conflict.

Sonnets

In the sonnets, archaisms enhance lyrical beauty and metrical precision, reinforcing the timeless themes of love and mortality.

Philological Implications

From a philological standpoint, Shakespeare's use of archaisms provides insight into:

- The evolution of English
- Language variation during the Early Modern period

- The relationship between language and literary style

His works serve as a bridge between older and modern forms, preserving linguistic features that might otherwise have disappeared.

Conclusion

Archaisms in Shakespeare's works are not merely remnants of an earlier linguistic stage but are integral to his artistic expression. Through careful selection and placement of archaic forms, Shakespeare enhances characterization, deepens thematic resonance, and elevates poetic style.

Philological analysis reveals that these elements are both historically significant and aesthetically purposeful. Understanding archaisms allows modern read-

ers to appreciate the richness and complexity of Shakespeare's language, ensuring his continued relevance across centuries.

References

1. Crystal, D. (2003). *The Cambridge Encyclopedia of the English Language*. Cambridge University Press.
2. Barber, C. (1997). *Early Modern English*. Edinburgh University Press.
3. Blake, N. F. (2002). *A Grammar of Shakespeare's Language*. Palgrave Macmillan.
4. Görlach, M. (1991). *Introduction to Early Modern English*. Cambridge University Press.
5. Nevalainen, T. (2006). *An Introduction to Early Modern English*. Oxford University Press.
6. Baugh, A. C., & Cable, T. (2002). *A History of the English Language*. Routledge.
7. Schmidt, A. (2012). *Shakespeare Lexicon and Quotation Dictionary*. Dover Publications.
8. Barber, C., Beal, J., & Shaw, P. (2012). *The English Language: A Historical Introduction*. Cambridge University Press.
9. Cercignani, F. (1981). *Shakespeare's Works and Elizabethan Pronunciation*. Oxford University Press.
10. Hope, J. (2010). *Shakespeare's Language*. Arden Shakespeare.

Hasanova Turkan Ilgar

Doctor of Philosophy in Philology

Ganja State University

Azerbaijan, Ganja

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19398653>

CROSS-LINGUISTIC REPRESENTATION OF PHRASEOLOGICAL UNITS IN AZERBAIJANI AND ENGLISH DICTIONARIES

Abstract

This article investigates the cross-linguistic representation of phraseological units in Azerbaijani and English dictionaries within the framework of modern phraseography and contrastive linguistics. Drawing on established theoretical works and dictionary analysis, the study examines principles of selection, semantic description, equivalence, cultural specificity, and pragmatic labeling of phraseological units. Special emphasis is placed on lexicographic strategies employed in monolingual and bilingual dictionaries and their effectiveness in conveying idiomatic meaning across typologically different languages. The research highlights the role of corpus-based approaches and demonstrates the necessity of culturally and pragmatically informed phraseographical practices.

Keywords: *phraseography, cross-linguistic analysis, Azerbaijani language, English language, bilingual dictionaries, idiomaticity*

Introduction

Phraseological units represent a highly expressive and culturally marked layer of the lexicon. They embody collective experience, national mentality, and historical development of a language community. In linguistic theory, phraseology has long been recognized as an independent field, while phraseography has emerged as a specialized branch of lexicography concerned with the systematic description of phraseological units in dictionaries [1, p. 15].

The cross-linguistic representation of phraseological units poses complex theoretical and practical challenges. These challenges become particularly evident when comparing languages belonging to different typological families. Azerbaijani, as an agglutinative Turkic language, and English, as an analytic Germanic language, differ significantly in morphological structure, syntactic organization, and metaphorical conceptualization. Consequently, phraseological units in these languages often exhibit divergent structural patterns and semantic motivations.

The aim of the present article is to analyze the principles and strategies used in Azerbaijani and English dictionaries for representing phraseological units cross-linguistically, with particular attention to problems of equivalence, semantic explanation, cultural specificity, and pragmatic annotation.

Materials and methods

Phraseological units are commonly defined as stable word combinations characterized by semantic cohesion and reproducibility [4, p. 12]. Their meanings are often not deducible from the meanings of their individual components, which distinguishes them from free word combinations. According to Moon [5, p. 4], idiomaticity exists on a continuum ranging from fully opaque idioms to semi-fixed collocations.

In lexicography, phraseological units present classification difficulties due to their intermediate status between lexicon and syntax. Azerbaijani phraseological dictionaries traditionally include idioms under key lexical components, usually nouns or verbs, reflecting

the headword-based structure of general dictionaries. English dictionaries, by contrast, increasingly rely on frequency data and corpus evidence to determine headword selection and entry organization [3, p. 66].

Equivalence is a central concept in bilingual and cross-linguistic phraseography. Mel'čuk distinguishes between full, partial, and zero equivalence, noting that full equivalence between phraseological units across languages is relatively rare. This observation is particularly relevant for Azerbaijani and English, where cultural metaphors and historical experiences differ substantially.

For instance, an Azerbaijani idiom rooted in nomadic or agricultural culture may lack a structurally and semantically identical counterpart in English. In such cases, lexicographers employ functional equivalents or descriptive paraphrases. However, over-reliance on paraphrasing may result in the loss of idiomatic force and stylistic nuance.

Accurate semantic representation of phraseological units requires careful treatment of polysemy, connotation, and usage restrictions. English phraseological dictionaries typically provide extensive pragmatic labeling, indicating register, stylistic value, and discourse function [5, p. 217]. Such labels are essential for language learners and translators. In Azerbaijani lexicographic tradition, pragmatic annotation has historically received less attention, with primary focus placed on semantic explanation. Recent dictionaries, however, increasingly incorporate stylistic and emotive labels, reflecting modern trends in phraseography [2, p. 58].

Phraseological units are deeply embedded in cultural conceptualization. As noted by Cowie [3, p. 59], idioms often encode culturally specific metaphors that resist direct translation. Cross-linguistic phraseography must therefore account for cultural asymmetries and provide explanatory notes where necessary. In Azerbaijani-English dictionaries, failure to address cultural specificity may lead to misinterpretation or pragmatic misuse. The inclusion of cultural comments and usage

notes significantly enhances the explanatory power of phraseological entries .

The integration of corpus linguistics has transformed modern phraseography. Corpus data enable lexicographers to identify frequent phraseological patterns and authentic contexts of use. English phraseography has extensively adopted corpus-based methods, while Azerbaijani phraseography is gradually moving in this direction. Electronic and online dictionaries further facilitate cross-linguistic comparison by allowing dynamic linking, frequency indicators, and user-oriented design.

Conclusion

This study has provided an in-depth analysis of the cross-linguistic representation of phraseological units in Azerbaijani and English dictionaries, highlighting the linguistic, cultural, and lexicographic factors that influence their treatment. Phraseological units, as fixed or semi-fixed expressions with idiomatic meanings, constitute one of the most challenging areas of lexicography due to their semantic opacity, cultural embeddedness, and structural stability. The comparative examination undertaken in this research confirms that these challenges are particularly pronounced in bilingual and cross-linguistic dictionary compilation.

One of the most significant conclusions of the study is that Azerbaijani and English phraseological systems reflect fundamentally different historical, cultural, and cognitive frameworks. English phraseological units, shaped by centuries of written tradition and extensive lexicographic practice, are often systematically documented with precise semantic definitions, stylistic markers, grammatical information, and corpus-based examples. Azerbaijani dictionaries, while rich in culturally specific and metaphorically expressive phraseological units, tend to demonstrate less uniformity in their lexicographic treatment. This discrepancy affects not only the clarity of dictionary entries but also the accessibility of phraseological knowledge for non-native users and translators.

The analysis further demonstrates that equivalence in phraseology across Azerbaijani and English is predominantly functional rather than absolute. Direct one-to-one correspondences are limited, whereas partial equivalence, semantic approximation, and descriptive translation strategies are far more common. This finding underscores the importance of recognizing phraseological units as culturally bound linguistic phenomena rather than purely lexical items. Idioms, proverbs, and fixed expressions frequently encode national mentality, social values, and historical experience,

which cannot always be transferred directly between languages without semantic loss or pragmatic shift.

From a lexicographic standpoint, the study emphasizes the urgent need for more contrastive and theoretically grounded approaches in the representation of phraseological units. Dictionaries should clearly distinguish phraseological units from free word combinations and collocations, provide explicit usage labels (stylistic, pragmatic, and register-based), and include contextualized examples drawn from authentic language use. The integration of corpus linguistics into phraseography would significantly improve the accuracy and relevance of dictionary entries, allowing lexicographers to capture frequency, variation, and real-life usage patterns of phraseological units.

Moreover, the findings of this research have important implications for translation studies and foreign language education. Inadequate or oversimplified representation of phraseological units in dictionaries may lead to mistranslation, pragmatic errors, and misinterpretation of culturally loaded meanings. Therefore, improving phraseological representation contributes not only to lexicographic theory but also to effective intercultural communication and pedagogical practice.

In conclusion, the cross-linguistic representation of phraseological units in Azerbaijani and English dictionaries remains an evolving field that requires interdisciplinary collaboration between phraseologists, lexicographers, translators, and corpus linguists. The development of specialized bilingual phraseological dictionaries, digital lexicographic platforms, and corpus-driven resources would mark a significant step forward in addressing existing limitations. Future research should focus on expanding empirical data, exploring cognitive and cultural dimensions of phraseology, and applying modern computational tools to achieve more precise and user-oriented representations of phraseological units across languages.

References:

1. Əliyeva, N. Azərbaycan dilində frazeologiya: nəzəri və praktiki məsələlər. Bakı: 2012, Elm.
2. Əliyev, V. Azərbaycan dilində frazeoloji birləşmələrin lüğətçə təsviri. Bakı: 2008, Yazıcı.
3. Cowie, A. P. Phraseology: Theory, Analysis, and Applications. Oxford: 1998, Oxford University Press.
4. Kunin, A. V. Course in Modern English Phraseology. Moscow: 2005, Higher School Publishing.
5. Moon, R. Fixed Expressions and Idioms in English: A Corpus-Based Approach. Oxford: 1998, Clarendon Press.

Синиця Валентина Григорівна,
кандидат філологічних наук, доцент,
доцентка кафедри іноземних мов

Перепада Валерія Олегівна
здобувачка вищої освіти медичного факультету
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна

СОЦІАЛЬНІ ТРИВОЖНІ РОЗЛАДИ ТА ЇХНЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНА ПРЕЗЕНТАЦІЯ В ЛАТИНСЬКІЙ ТА АНГЛІЙСЬКІЙ ТЕРМІНОСИСТЕМАХ

Synytsia Valentyna Hryhorivna
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Department of Foreign Languages
Perepada Valeria Olehivna
student of higher education at the Faculty of Medicine
Bukovinian State Medical University
Chernivtsi, Ukraine

SOCIAL ANXIETY DISORDERS AND THEIR TERMINOLOGICAL PRESENTATION IN LATIN AND ENGLISH TERMINOLOGICAL SYSTEMS

Анотація.

У статті здійснено порівняльний лінгво-термінологічний аналіз найменувань соціальних тривожних станів. Досліджено етимологічну базу класичних латинських лексем *metus, timor, pavor, angor*, що стали фундаментом для формування сучасного поняттєвого апарату соціальних тривожних розладів. У роботі переглянуть коректність вживання окремих терміносполук, простежено перехід від латинських описових конструкцій до уніфікованих композитів. Доведено, що латинська мова продовжує забезпечувати концептуальну стабільність медичного дискурсу; англійська терміносистема адаптує його до динамічних потреб сучасної клінічної практики.

Abstract.

The article provides a comparative linguo-terminological analysis of the nominations for social anxiety the lexemes *metus, timor, pavor, angor*, which formed the foundation of the modern conceptual apparatus of social anxiety disorders. The work will review the correctness of the use of individual term combinations and trace the transition from Latin descriptive constructions to unified composites. It is demonstrated that the Latin language ensures the conceptual stability of medical discourse, while the English terminological system adapts it to the dynamic needs of modern clinical practice and social contexts.

Ключові слова: соціальний тривожний розлад, латинська медична термінологія, англійська терміносистема, лексико-семантична характеристика, етимологія.

Keywords: social anxiety disorders, Latin terminology, English terminological system, lexical-semantic characteristics, etymology.

Вступ. Відома українська фахівчиня-термінолог Л. О. Симоненко вважає, що “процес нормування будь-якої терміносистеми відбувається на двох рівнях: лексичному та словотворчому. Щоб унормувати на лексичному рівні, необхідно: а) досконало вивчити фахову лексику, що склалася в минулому; б) звести до мінімуму багатозначність, синонімію, на яку так багата аналізована терміносистема” [1, с. 134]. Тому актуальність нашого дослідження вбачаємо у необхідності вивчення класичних латинських лексем, які стали основою для відображення класифікацій соціальних тривожних розладів. Йдеться про такі поняття як страх, який доктор психологічних наук О. П. Сергеєнкова [2, с.182-186] класифікує як одну з фундаментальних емоцій, що виникає у відповідь на реальну або уявну загрозу та фобія [2, с.195-197], яка визна-

чається як ірраціональний, інтенсивний та неконтрольований страх, що не відповідає реальній загрози.

Мета статті – проаналізувати презентацію та еволюцію термінів на позначення страху від класичної латини до їхньої фіксації у сучасних латинських, англомовних та українських медичних словниках.

Об’єктом дослідження слугували латинські та англійські терміни і термінологічні сполучення, що описують стани тривоги та страху.

Фактичний матеріал відібрано з сучасних дво- та багатомовних медичних енциклопедичних словників [3; 4; 5; 6; 7], психологічного словника [8], наукових публікацій стосовно соціального тривожного розладу [9]. Досліджуючи етимологію відібраних термінів, зверталися до словника [10].

Методи дослідження: описовий та порівняльний метод, етимологічний аналіз, лексикографічний аналіз сучасних енциклопедичних видань, верифікація відібраних термінів за міжнародними стандартами.

Результати власних досліджень. Як відомо із збережених до наших днів творів або уривків творів античних авторів, у класичній латинській мові фіксується кілька лексичних одиниць на позначення поняття «страх» [10]. До них відносяться: *metus, us m; pavor, oris m; timor, oris m*. Зупинимося на короткому інформативному аналізі цих іменників.

Субстантив *metus, us m* в античних літературних джерелах використовувався в таких значеннях: 1) страх, побоювання, боязнь; 2) предмет страху; 3) небезпека [10]. Часто це слово вживав Marcus Tullius Cicero (106 р. до н.е. – 43 р. до н.е.), автор численних промов, риторичних трактатів, філософських творів і листів [11, с. 645-650], трактуючи його як обґрунтоване побоювання, пов'язане з очікуванням майбутнього зла. Типовими в його творях є конструкції: *metus ab aliquo, metus propter aliquem, metus ex aliquo, metus de aliquo* — страх перед кимось; *metum habere* — відчувати страх; *metus alienus* — страх перед іншими; *metus mortis* — страх смерті. У своїх філософських трактатах, зокрема у четвертій книзі «*Tusculanae Disputationes*» [12] Цицерон описує страх як цілу систему станів, виокремлюючи *formido* (*formido, inis f*) — страх, побоювання (*ignoratio finxit formidines* — незнання породило страхи), *metus* (*metus, us m*) — страх як передбачення чогось негативного, *pigritia* (*pigritia, ae f*) — лінощі у розумінні страх перед зусиллям чи майбутньою працею, *pudor* (*pudor, oris m*) — сором як страх перед поганою репутацією, *terror* (*terror, oris m*) — страх, жах, що спричинює зовнішнє тремтіння та блідість, *timor* (*timor, oris m*) — страх як очікування якогось зла (*in timore esse* — бути в страху або *timorem habere* — мати страх, боятися), *exanimatio* (*exanimatio, onis f*) — смертельний страх, жах, коли людина ціпеніє.

Іменник *pavor, oris m* у значенні «страх, жах» використовував відомий природодослідник часів ранньої імперії Gaius Plinius Caecilius Secundus Major (23 – 79 рр. н.е.) у збереженому до сьогодні творі «*Historia naturalis*» [13] для позначення поняття водобоязнь — *pavor aquae*, тобто, він був першим, хто пов'язав *pavor* з конкретним біологічним станом. Сучасна медична термінологія уникає використання двослівного сполучення *pavor aquae*, замінивши його однослівним терміном-композицією грецького походження *hydrophobia*.

Лексема *timor, oris m* в давні часи мала значення: 1) страх, побоювання, боязнь; 2) шанобливий страх (перед богами); 3) предмет страху, жах [10]. Як бачимо, *metus* et *timor* можна вважати синонімами, особливо, якщо звернути увагу на конструкції *timorem habere* cfr. *metum habere* — мати страх; *timor alicujus* cfr. *metus ab aliquo, metus propter aliquem, metus ex aliquo, metus de aliquo* — страх перед кимось.

У значенні страх у сучасній медичній термінології використовуються такі лексичні одиниці, як

metus, us m, timor, oris m et *pavor, oris m*, дефініція яких зводиться до наступного: стан хвилювання, тривоги, неспокою, зумовлений очікуванням чогось неприємного, небажаного [7, т. 3, с. 712]. Проте в англійській медичній терміносистемі спостерігається чітка семантична диференціація: *fear/fright* [7, т. 3, с. 712] vs *timor* — страх як реакція на реальну загрозу і *dread* [3, р.332] vs *metus* — страх як очікування майбутньої уявної загрози.

Педіатри, невропатологи і психологи стикаються з двома термінологічними сполученнями *pavor nocturnus* — нічний переляк у маленьких дітей, що характеризується раптовим пробудженням з виразом жаху, криком, тремтінням et *pavor diurnus* — денний жах, напади тривоги у дітей, що спостерігаються під час обіднього сну. В англійському варіанті найчастіше використовуються ці самі латинські термінологічні сполучення [5, vol. 2, р. 1734] як данина історичній традиції, проте у словнику [3, р. 332] в англійському варіанті зафіксовано термін *night-terrors*, а енциклопедичний словник [7, т. 3, с. 713] наводить інший англійський варіант — *night-mares*. В ICD-10 [14] кожен із цих термінів має свій код: *night terrors* — це F51.4, а *nightmares* — F.51.5

Зауважимо також, що словник [4, vol. 2, р. 266] синонімом до *pavor nocturnus* називає сполучення *angor nocturnus*, однак у всіх інших енциклопедичних словниках такої інформації немає, тому сумніваємося в коректності використання цього термінологічного сполучення на позначення діагнозу «нічний жах», включеного до V класу «Розлади психіки та поведінки» під кодом F 51.4. МКХ-10. В англійському оригіналі ICD-10 для коду F 51.4. встановлено єдиний нормативний термін *sleep terrors (night terrors)*. У латинській версії класифікатора, яка традиційно супроводжує національні видання, напр., в [16, str. 332] використовується лише *pavor nocturnus*. В офіційних документах ВООЗ (14) слово *angor* у цьому контексті не вживається.

Проте, як показало дослідження, термінологічні сполучення з *angor* маркують стани зі специфічним соматичним проявом, що зумовлено етимологією: іменник *angor, oris m* є похідним утворенням від дієслова *ango, ere* — стискати, душити. Це пояснює внутрішню логіку таких термінів, як *angor neuroticus* [6, с. 31] (англ. *neurotic anxiety*) — відчуття страху невротичного характеру, *angor ocularis* (сучасна англійська: *ocular anxiety associated with amaurosis fugax*) — страх неминучої сліпоти, що супроводжується нападами затьмарення (ймовірно, внаслідок ангіоспазму судин очей [5, vol. 1, р. 118], *angor pectoris* (syn. *angina pectoris*) — грудна жаба, де ключовою ознакою є біль стискаючого характеру напад супроводжується болем стискаючого характеру [4, vol. 1, р.113]. Доречно зауважити, що в сучасній англійській медичній терміносистемі прямий еквівалент *angor ocularis* практично не вживається. Замість нього використовують описові терміни залежно від того, на чому робиться акцент. Отже, загальне позначення три-

воги, пов'язаної із зором, позначається *ocular anxiety* або *visual anxiety*; нав'язливий страх втрати зору *scotomaphobia* або *typhlophobia*; якщо акцент на фізичних симптомах — *amaurosis fugax*; якщо йдеться саме про спазм судин очей — *ocular angiospasm* або *retinal vasospasm*.

У процесі дослідження ми звернули увагу на вузькоспеціалізовані греко-латинські композити, які диференціюють соціальні тривоги, пов'язані з «мовленневими фобіями». В медичній терміносистемі для позначення такого специфічного соціального тривожного розладу використовується низка термінів:

логофобія — лат. *logophobia*, ae f, англ. *logophobia* — нав'язливий страх говорити, виступати з промовою [7, т. 3, с. 483] через такі дефекти мовлення, як нездатність вимовляти окремі слова чи схильність до заїкання. За структурою ця номінативна одиниця відноситься до термінів-композитів грецького походження, містить у своєму складі компоненти *λόγος* — слово, мова + *φόβος* — страх;

термін-композит *лалофобія* — лат. *lalophobia*, ae f, англ. *lalophobia* — нав'язливий страх мовлення, хворобливе небажання говорити [7, т.3, с. 430] етимологічно пов'язаний з грецьким дієсловом *λαλέω* — розмовляю та згаданого вище компонента *φόβος* — страх. Причиною лалофобії є заїкання — лат. *balbuties*, ei f, англ. *stammering*, *stuttering* — розлад мовлення, який характеризується мимовільним повторенням окремих звуків, складів або затримкою їх вимови [7, т. 3, с. 117]. Зауважимо, що поняття заїкання в сучасній медичній термінології позначається ще такими термінологічними одиницями, як пселізм — лат. *psellismus*, i m (від грецького іменника *ψαλλισμός* — заїкання): розлад мовлення, пов'язаний з невиразною вимовою окремих приголосних або заміна їх іншими; причина такого стану — розколина піднебіння, англ. *psellism*; могілалія — лат. *mogilalia*, ae f (*μόγλις* — важко + кінцевий грецький терміноелемент *-λαλία* — стосується до мови, мовлення, дериват від дієслова *λαλέω*), англ. *mogilalia*, *molilalia* — різновид заїкання з утрудненою вимовою окремих слів; дислалія — лат. *dyslalia*, ae f (грецький префікс *δυσ* — вказує на затруднення чого-небудь + *-λαλία*), англ. *dyslalia*: невміння правильно й чітко вимовляти окремі звуки й слова; паралалія — лат. *paralalia*, ae f (грецький префікс *παρα-* у значенні відхилення від чого-небудь + *-λαλία*), англ. *paralalia*: розлад мовлення, у разі якого один дзвінкий звук замінюється іншим. Як видно з вищевикладеного, проаналізовані термінологічні одиниці не є абсолютними синонімами, тому коректність використання того чи іншого терміна в професійній комунікації напряму залежить від його інформаційного навантаження та термінологічної компетентності фахівця;

психологічний стан, за якого людина відчуває надмірний страх, тривогу або паніку, якщо вона чує окремі слова чи фрази і навіть речення, кодифікується гібридним терміном *verbophobia*, ae f, англ. *verbophobia*; структурними одиницями досліджуваного терміна є латинський препозиційний

елемент *verb-*, що є основою до іменника *verbum*, і *n* — слово + кінцевий грецький терміноелемент *-phobia* — страх, боязнь. Особи, які страждають на вербофобію, намагаються уникати контакту з такими словами, фразами, реченнями, щоб не спричинити психологічний дискомфорт;

психологічний термін *peiraphoba*, ae f, англ. *peiraphobia* утворений з використанням грецького іменника *πειρα* - дослід, проба + *φόβος* — страх [7, т. 3, с. 146]. Згідно інших даних, етимологія цього терміна пов'язана з грецьким іменником *παρησία* у значенні «відвертість, відкритість». Дефініція цього терміна зводиться до наступного: нав'язливий страх привселюдних виступів, виявлення своїх думок або ідей перед групою людей. За статистикою, це друга за поширеністю фобія; першу позицію посідає термін агорафобія (лат. *agoraphobia*, ae f, англ. *agoraphobia*) — нав'язливий страх перед великими просторами площ, широких вулиць;

з панічним страхом публічних виступів пов'язаний латинський термін *glossophobia*, ae f (грецький іменник *γλῶσσα* — язик + *φόβος* — страх), англ. *glossophobia*. Майже всі сучасні енциклопедичні словники називають терміни *glossophobia* et *lalophobia* синонімами;

однією з поширених фобій є ереутофобія/ереїтофобія — лат. *ereutophobia*, ae f (грецьке дієслово *ἐρεῦθω* — роблю червоним + *φόβος* — страх), англ. *erythrophia*: нав'язливий страх почервоніти перед публікою або співрозмовником [7, т. 3, с. 89; 3, р. 132]. Деякі медичні енциклопедичні словники [3; 4] синонімом до *ereutophobia* називають латинський термін *erythrophia* (грецький прикметник *ἐρυθρός* — червоний + *φόβος* — страх), який має значення «немотивована боязнь червоного кольору» та власне «боязнь почервоніти в присутності інших людей».

Латинська мова традиційно формує фундамент медичної номенклатури через синтез грецьких та латинських компонентів. Зокрема, у МКХ-10 закріплено класичний латинський термін *phobia socialis* (основний код F 40.1), що описується як страх критичної оцінки або приниження в соціальних ситуаціях. Хоча до 1980-х років в англійській терміносистемі основним був термін *social phobia*, з 1990-х років (після виходу DSM-IV) спостерігається його трансформація у *social anxiety disorder*. Це сприяє уніфікації терміносистеми та забезпечує ефективну горизонтальну комунікацію. У МКХ-11 цей перехід завершено: замість вузьких грецьких термінів (напр., *glossophobia*) тепер використовуються прозорі описові сполуки (напр., *fear of public speaking*), що інтегровані в єдину категорію *social anxiety disorder* (6B04) [17].

Висновок. Викладений в статті матеріал спрямований на формування цілісного розуміння термінології щодо соціальних тривожних розладів та покликаний запобігти термінологічній неоднозначності в навчальній, клінічній та науковій діяльності.

Список використаних джерел:

1. Симоненко Л. О. До питання нормування та розбудови української правничої термінології.

Стан кодифікаційного процесу в Україні: Системність, пріоритети, уніфікація: Тези III Всеукраїнської конференції. Київ, 1995. С. 134.

2. Сергєєнкова О. П., Столярчук О. А., Коханова О. П., Пасєка О. В. Загальна психологія : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 296 с.

3. Arnaudov G. D. Terminologia medica polyglotta: Latinum–Russkij–English–Français–Deutsch. Sofia : Medicina i physcultura, 1979. 943 p.

4. Rudzitis K. Terminologia medica: in duobus voluminibus, Riga : Liesma, 1973 – 1977. Vol. 1–2.

5. Ілюстрований медичний словник Дорланда : у 2 т. / переклад 29-го амер. вид. Львів : Наутилус, 2003. 2688 с.

6. Бєляєва О. М. Латинсько-український тлумачний словник клінічних термінів. К. : Медицина, 2016. 224 с.

7. Українсько-латинсько-англійський медичний енциклопедичний словник : у 4 т. / уклад. Л. І. Петрух, І. М. Головка. Київ : Медицина, 2012–2016.

8. Гоцуляк Н. Є. Українсько-англійський словник психологічних термінів. [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І. Огієнка, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 317 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7510> (дата звернення: 20.03.2026).

9. Leung A. K. C., Leung A. A. M., Wong A. H. C., Hon K. L. Sleep Terrors: An Updated Review. *Curr Pediatr Rev.* 2020. Vol.16, no 3 : P. 176-182. doi: 10.2174/1573396315666191014152136.

https://www.researchgate.net/publication/336544586_Sleep_Terrors_An_Updated_Review (дата звернення: 17.03.2026).

10. Vallauri T., Durando C. Dizionario latino-italiano italiano-latino. [S. l.] : Libritalia, 2000. 1602 p.

11. Лексикон античної словесності / за ред. М. Борецького, В. Зварича. Дрогобич : Коло, 2014. 730 с.

12. Cicero Marcus Tullius. Tusculan Disputations / with an English translation by J. E. King. London : William Heinemann Ltd ; Cambridge, MA : Harvard University Press, 1966. 614 с. (Loeb Classical Library ; no. 141). https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Cicero%2C_Tusculan_Disputations%2C_translated_by_J_E_King%2C_Loeb_Classical_Library.pdf (дата звернення: 21.03.2026).

13. Pliny. Natural. History : in 10 vols. Vol. 3: Libri VIII-XI / with an English translation by H. Rackham. London : W. Heinemann ; Cambridge, Mass. : Harvard University Press, 1940. 616 p. (The Loeb Classical Library ; no. 353). Liber VIII, Cap. LXIII (63). P. 104-107. URL: <https://dokumen.pub/pliny-natural-history-books-8-11-3-0674993896-9780674993891.html> (дата звернення: 21.03.2026).

14. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. Tenth Revision. Version: 2019. URL: <https://icd.who.int/browse10/2019/en> (дата звернення: 20.03.2026).

15. Класифікатор хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я : НК 025:2021. Київ : МОЗ України, 2021. 1670 с. URL: <https://moz.gov.ua/uploads/ckeditor> (дата звернення: 20.03.2026).

16. Međunarodna statistička klasifikacija bolesti i srodnih zdravstvenih problema. Deseta revizija. Zagreb : Medicinska naklada, 2010. 1114 str. <https://www.batut.org.rs/download/MKB102010Knjiga1.pdf> (дата звернення: 21.03.2026).

17. World Health Organization. ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics. 2022. URL: icd.who.int (дата звернення: 22.03.2026)

Colloquium-journal №8 (273), 2026

Część 1

(Warszawa, Polska)

ISSN 2520-6990

ISSN 2520-2480

Czasopismo jest zarejestrowany i wydany w Polsce. Czasopismo publikuje artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Magazyn jest wydawany w języku angielskim, polskim i rosyjskim.
Częstotliwość: co tydzień

Wszystkie artykuły są recenzowane.
Bezpłatny dostęp do elektronicznej wersji magazynu. нотатки

Przesyłając artykuł do redakcji, autor potwierdza jego wyjątkowość i jest w pełni odpowiedzialny za wszelkie konsekwencje naruszenia praw autorskich.

Opinia redakcyjna może nie pokrywać się z opinią autorów materiałów.
Przed ponownym wydrukowaniem wymagany jest link do czasopisma.
Materiały są publikowane w oryginalnym wydaniu.

Czasopismo jest publikowane i indeksowane na portalu eLIBRARY.RU,
Umowa z RSCI nr 118-03 / 2017 z dnia 14.03.2017.

Redaktor naczelny - **Paweł Nowak, Ewa Kowalczyk**

«Colloquium-journal»
Wydawca «Interdruk» Poland, Warszawa
Annopol 4, 03-236
Format 60 × 90/8. Nakład 500 egzemplarzy.

E-mail: info@colloquium-journal.org

<http://www.colloquium-journal.org/>