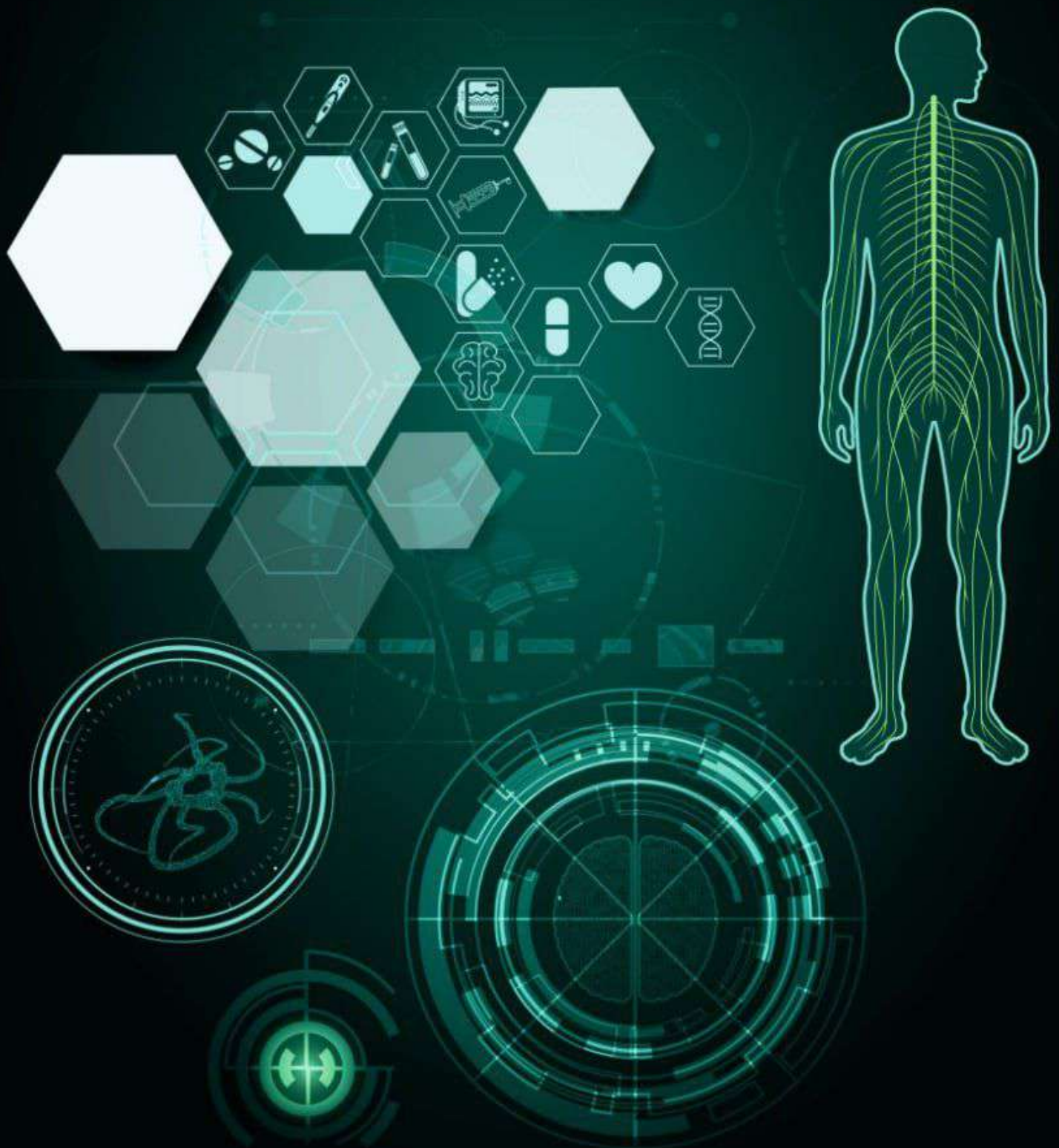


INTERNATIONAL MEDICAL HERALD

Scientific and practical journal

Vol. 1 No. 3-4 (3-4) 2025

ISSN 3083-6336



Міністерство охорони здоров'я

“International Medical Herald”

Науково-практичний журнал

Vol.1 3-4 (3-4)

Категорія

Журнал внесений до міжнародних наукометричних баз даних: Crossref, Google Scholar, «Scientific Periodicals of Ukraine» the Vernadsky National Library of Ukraine, Academic Resource Index – ResearchBib Directory of open access scholarly resources (ROAD).

Засновник та видавець:

ГО «Інноваційна медична платформа»

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності: ДК 8313 від 14.05.2025 року.
Ідентифікатор медіа: R40-05884 (онлайн-медіа)

Виходить чотири рази на рік

УДК: 616+614+577

Журнал рекомендовано засідання загальних зборів ГО «Інноваційна медична платформа»
Протокол №2 від 23.01.2025 р.

Спеціальності:

I1 (221) - Стоматологія,
I2 (222) - Медицина,
I4 (225) - медична психологія,
I7 (227) - Фізична терапія та реабілітація (за спеціальностями)
I9 (229) - Громадське здоров'я,
E1 (091) - Біологія та біохімія

Адреса редакції:

Україна, 76018
м. Івано-Франківськ,
вул. Шевченка 91/2

Телефони: +380 509-671-840

E-mail: info@imh.com.ua

Сайт видання (URL):

<https://imh.com.ua/index.php/imh/index>

Розповсюджується в Україні та закордоном.

Мови публікації: українська, англійська, німецька, польська



Головний редактор: Ігор ЧУРПІЙ
Науковий редактор: Едуард ЛАПКОВСЬКИЙ

Редакційна колегія:

I1 221 «Стоматологія»: Юрій Бандрівський, Віталій Біда, Світлана Бойцанюк, Дмитро Король, Наталія Кузняк, Наталія Махлинець, Зіновій Ожоган, Микола Рожко, Вікторія Шинкевич.

I2 222 «Медицина»: Патриція Болдіжар, Маріне Гегоргіанц, Оксана Жураківська, Ганна Невоїт, Василь Притула, Наталія Пшук, Гедемінас Ярушавіціус, Marco Marino Vito, Papaziogas Vasileios.

I4 225 «Медична психологія»: Олександр Белов, Світлана Білозерська, Олена Венгер, Генрік Войташек, Лариса Заграй, Олег Левада, Світлана Мащак, Євген Опря, Михайло Пустовий.

I7 227 «Терапія та реабілітація»: Ольга Андрійчук, Марія Аравіцька, Лариса Гуніна-Орлова, Наталія Нестерчук, Дарія Попович, Микола Романишин, Katarzyna Walicka-Cupryś, Maria Teresa Mingo-Gomez, Sandra Jimenez Del Barrio.

I9 229 «Громадське здоров'я»: Інна Борисова, Ірина Голованова, Наталія Ляхова, Ольга Макаренко, Наталія Онул, Руслвн Савчук.

E1 091 «Біологія та біохімія»: Зорина Боярська, Михайло Вакерич, Ярослава Гасинець, Вікторія Георгіянц, Ігор Головченко, Римма Срьоменко, Дмитро Морозенко, Володимир Петренко, Микола Репін, Ain Raal.

Редакційна рада:

Вадим Борисенко (Харків)
Вайнорас Альфонсас (Литва)
Наталія Годлевська (Вінниця)
Світлана Данильченко (Херсон)
Олена Денисенко (Чернівці)
Олена Должикова (Херсон)
Вероніка Дудник (Вінниця)
Марта Залізник (Тернопіль)
Тетяна Ілашук (Чернівці)
Олена Колоскова (Чернівці)
Наталія Козяквіна (Трускавець)
Дмитро Лисиця (Рівне)
Ірина Лісецька (Івано-Франківськ)
Віталій Максимюк (Чернівці)

Ярослав Попович (Івано-Франківськ)
Аліна Плетенецька (Київ)
Василь Пюрик (Івано-Франківськ)
Сергій Саволок (Київ)
Василь Сенчій (Івано-Франківськ)
Вадим Соколенко (Черкаси)
Роман Трутяк (Львів)
Світлана Чупахіна (Івано-Франківськ)
Сергій Федоров (Івано-Франківськ)
Олександра Шипіліна (Вінниця)
Leroy Joel (В'єтнам)
Melnitchouk Nelya (Бостон, США)
Tomasz Kulpok-Bagiński (Польща)
Viliam Donik (Словакія)

Секретар інформаційної служби: Христина Петрунів

Коректори з мов: Оксана Гончарук, Христина Тихонюк, Наталія Жмендак

Комп'ютерна верстка та дизайн: Мар'яна Зелінська

Художній редактор: Ірина Чурпій-Дидирко

Робота редакційної колегії орієнтована на норми та принципи International Committee of Medical Journal Editors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

The Ministry of Health Care of Ukraine

“International Medical Herald”

scientific and practical journal

Vol.1 3-4 (3-4) 2025

Category -

Category B The journal is listed in international scientometric data bases: Crossref, Google Scholar, «Scientific Periodicals of Ukraine» the Vernadsky National Library of Ukraine, Academic Resource Index – ResearchBib, Directory of open access scholarly resources (ROAD).

Founder and publisher:
NGO «Innovative Medical Platform»

Certificate of publishing entity:
DK 8313 dated 14.05.2025.

Media identifier:
R40-05884
(online media)

Frequency: 4 times a year

UDC: 616+614+577

The journal recommended the meeting of the general meeting of the NGO «Innovative Medical Platform» Minutes No. 2 dated 01.23.2025.

The main specialities are:

- I1 (221) - Dentistry,
- I2 (222) - Medicine,
- I4 (225) - Medical Psychology,
- I7 (227) - Physical Therapy and Rehabilitation (by specialty)
- I9 (229) - Public Health,
- E1 (091) - Biology and Biochemistry

E-mail: info@imh.com.ua

Publication website (URL):
<https://imh.com.ua/index.php/imh/index>

Editorial Office Address:

Shevchenko Street, 91/2
Ivano-Frankivsk
76018, Ukraine

Tel: +380 509-671-840



**DIGITAL
OBJECT
IDENTIFIER**



Editor-in-Chief: Igor CHURPIY (Dr. of Medical Sciences, Professor).

Scientific editor: Eduard LAPKOVSKIY (Dr. of Medical Sciences, Professor).

Editorial Board:

I1 221 «Dentistry»: Yuriy Bandrivskiy, Vitaliy Bida, Svitlana Boytsaniuk, Dmytro Korol, Natalia Kuznyak, Natalia Makhlynets, Zinoviy Ozhoghan, Mykola Rozhko, Viktoria Shynkevych.

I2 222 «Medicine»: Patricia Boldizhar, Marine Gegorgiantsi, Oksana Zhurakivska, Hanna Nevoyt, Vasyly Prytula, Natalia Pshuk, Gedeminas Yarushavitsius, Marco Marino Vito, Papaziogias Vasileios.

I4 225 «Medical Psychology»: Oleksandr Belov, Svitlana Bilozerska, Olena Venger, Henryk Wojtasek, Larysa Zagray, Oleg Levada, Svitlana Mashchak, Yevhen Oprya, Mykhailo Pustovy.

I7 227 «Therapy and Rehabilitation»: Olga Andriyчук, Maria Aravitska, Larisa Gunina-Orlova, Natalia Nesterchuk, Dariya Popovych, Mykola Romanyshyn, Katarzyna Walicka-Cupryś, Maria Teresa Mingo-Gomez, Sandra Jimenez Del Barrio.

I9 229 «Public Health»: Inna Borisova, Iryna Holovanova, Natalia Lyakhova, Olga Makarenko, Natalia Onul, Ruslan Savchuk.

E1 091 «Biology and Biochemistry»: Zorina Boyarska, Mykhailo Vakerych, Yaroslava Gasynets, Viktoria Georgiyants, Igor Holovchenko, Rimma Yeremenko, Dmytro Morozenko, Volodymyr Petrenko, Mykola Repin, Ain Raal.

Associate Editors:

Vadym Borysenko (Kharkiv)	Yaroslav Popovych (Uzhorod)
Vainoras Alfonsas (Lithuania)	Alina Pletenetska (Kyiv)
Natalia Godlevska (Vinnytsia)	Vasyl Piuryk (Ivano-Frankivsk)
Svetlana Danylchenko (Kherson)	Sergii Savoliuk (Kyiv)
Olena Denysenko (Chernivtsi)	Vasyl Senchii (Ivano-Frankivsk)
Olena Dolzhykova (Kherson)	Vadym Sokolenko (Cherkasy)
Veronika Dudnik (Vinnytsia)	Roman Trutiak (Lviv)
Marta Zaliznyak (Ternopil)	Svetlana Chupakhina (Ivano-Frankivsk)
Tetiana Ilashchuk (Chernivtsi)	Sergiy Fedorov (Ivano-Frankivsk)
Olena Koloskova (Chernivtsi)	Olexandra Shypitsyna (Vinnytsia)
Nataliya Kozavkina (Truskavets)	Leroy Joel (Vietnam)
Dmytro Lysytsia (Rivne)	Nelya Melnitchouk (Boston USA)
Iryna Lisetska (Ivano-Frankivsk)	Tomasz Kulpok-Bagiński (Poland)
Vitaliy Maksymyuk (Chernivtsi)	Viliam Donic (Slovakia)

Information System Secretary: Khrystina Petruniv

Foreign language Proofreading: Oksana Honcharuk, Khrystyna Tykhonyuk, Natalia Zhmendak

Computer Design and desktop publishing: Mariana Zelinska

Art Editor: Iryna Churpii-Dudurko

The work of the Editorial Board is focused on the norms and principles of the International Committee of Medical Journal Editors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Шановні колеги, читачі, автори та партнери "International Medical Herald"!

2025 рік добігає кінця — і для нашого науково-практичного журналу "International Medical Herald" це був рік старту! Заснований лише на початку цього року, наш журнал є дуже молодим, але вже надзвичайно перспективним майданчиком для обміну передовими медичними знаннями.

Озираючись на ці перші, але такі насичені місяці, я відчуваю величезну гордість. Ми не просто "стали на ноги" — ми активно сформували сильну міжнародну наукову спільноту навколо нашого видання. Ваші статті, ваш ентузіазм та довіра до нашої нової платформи довели, що "International Medical Herald" вже сьогодні є необхідним ресурсом для прогресивних медиків не лише в Україні, а й у Європі.

На порозі Різдва та Нового року я хочу щиро подякувати кожному з вас:

- Авторам – за відданість науці та бажання ділитися своїми напрацюваннями.
- Рецензентам – за їхній час, професіоналізм та неупередженість, що забезпечує високий стандарт наших публікацій.
- Читачам – за вашу довіру та постійний інтерес, який надихає нас рухатися далі.
- Усій редакційній команді – за злагоджену та самовіддану роботу.

Також, у ці святкові дні, ми, як редакційна колегія, хочемо висловити глибоку та безмежну вдячність нашим воїнам Збройних Сил України.

Якби не ваша щоденна, титанічна праця та мужній захист, ми б не мали можливості займатися науковою роботою, розвивати медичну спільноту та працювати над покращенням охорони здоров'я.

Ваша відвага — це основа нашого мирного наукового життя. Дякуємо вам за кожен день!

На порозі світлих свят Різдва та Нового 2026 року хочу побажати вам невичерпної енергії, особистого щастя та, безумовно, міцного здоров'я. Нехай святкові дні подарують вам відновлення сил та натхнення для нових, ще більш сміливих наукових ідей.

У Новому році ми обіцяємо ще активніше розвиватися та рухати медичну науку вперед разом!

З повагою, вірою у Перемогу та велике майбутнє,

Головний-редактор науково-практичного журналу
"International Medical Herald",
Професор Ігор Чурпій

**ЗМІСТ
ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

IMPACT OF REHABILITATION PROGRAM ON MOTOR ACTIVITY OF PATIENTS WITH DEMENTIA
Y. O. Klimchuk, B. I. Andriichuk, V. V. Sak, N. Y. Strubitska

THE IMPACT OF THERAPY AND REHABILITATION ON COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY
T. V. Korets, Ya. I. Andriichuk, Yu. B. Arieshyna, N. B. Greida

PREPARATION OF THE STUMBLE FOR PROSTHESIS AT THE TRANSTIBIAL LEVEL IN THE LONG-TERM REHABILITATION PERIOD
R. R. Lukachyshyn, I. K. Churpiy, M. V. Zelinska, Y. V. Ivasiv

RESTORATION OF FUNCTIONAL MOBILITY AFTER MINE-BLAST INJURIES OF THE LOWER LIMBS: RESULTS OF REHABILITATION AT THE INPATIENT STAGE
M. S. Navrotska, O. Ya. Andriichuk, O. V. Usova, Yu. B. Arieshina

APPLICATION OF PHYSICAL THERAPY FOR MENISCAL INJURY
V. I. Nieonica, I. K. Churpiy, M. V. Zelinska, I. M. Blaida

ЛІКУВАННЯ СТОМАТИТУ У ДІТЕЙ ПРИ КОРЕКЦІЇ ЗУБНОГО РЯДУ ОРТОДОНТИЧНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ
Р. Я. Романюк, Н. О. Гевкалюк

PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF PATIENTS: ASSESSMENT OF ANXIETY DURING THE EARLY STAGE OF POST-TRAUMATIC PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY
S. M. Shostak, N. Ya. Ulianytska, O. Ya. Andriichuk, L. Yu. Sakharuk

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ ПІДЛІТКІВ РАНЬОГО ВІКУ (10-14 РОКІВ) ЗІ СКОЛІОТИЧНОЮ ПОСТАВОЮ: ОГЛЯД ДОКАЗОВИХ МЕТОДІВ
K. P. Mavrodiy, I. V. Golovchenko, M. G. Aravitska, I. K. Churpiy, D. V. Morozenko, S. I. Danylchenko

ВИПАДКИ З ПРАКТИКИ

РЕПЛАНТАЦІЯ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ ПІСЛЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ТРАВМАТИЧНОГО ВІДЧЛЕНУВАННЯ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК
P. I. Trutyak, I. R. Trutyak, O. V. Korolyuk

ШКОЛА ЛІКАРЯ

“BIOELECTRONIC MEDICINE”: BASIC DEFINITIONS AND PRACTICAL SIGNIFICANCE
G. V. Nevoit, K. Poderiene, S. I. Danylchenko, M. M. Potyazhenko, O. P. Mintser, G. Jarusevicius, A. Vainoras

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

**CONTENTS
ORIGINAL RESEARCH**

5 IMPACT OF REHABILITATION PROGRAM ON MOTOR ACTIVITY OF PATIENTS WITH DEMENTIA
Y. O. Klimchuk, B. I. Andriichuk, V. V. Sak, N. Y. Strubitska

12 THE IMPACT OF THERAPY AND REHABILITATION ON COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY
T. V. Korets, Ya. I. Andriichuk, Yu. B. Arieshyna, N. B. Greida

20 PREPARATION OF THE STUMBLE FOR PROSTHESIS AT THE TRANSTIBIAL LEVEL IN THE LONG-TERM REHABILITATION PERIOD
R. R. Lukachyshyn, I. K. Churpiy, M. V. Zelinska, Y. V. Ivasiv

26 RESTORATION OF FUNCTIONAL MOBILITY AFTER MINE-BLAST INJURIES OF THE LOWER LIMBS: RESULTS OF REHABILITATION AT THE INPATIENT STAGE
M. S. Navrotska, O. Ya. Andriichuk, O. V. Usova, Yu. B. Arieshina

34 APPLICATION OF PHYSICAL THERAPY FOR MENISCAL INJURY
V. I. Nieonica, I. K. Churpiy, M. V. Zelinska, I. M. Blaida

39 TREATMENT OF STOMATITIS IN CHILDREN WITH CORRECTION OF THE DENTAL ROW WITH ORTHODONTIC CONSTRUCTIONS
R. Ya. Romanyuk, N. O. Hevkalyuk

49 PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF PATIENTS: ASSESSMENT OF ANXIETY DURING THE EARLY STAGE OF POST-TRAUMATIC PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY
S. M. Shostak, N. Ya. Ulianytska, O. Ya. Andriichuk, L. Yu. Sakharuk

LITERATURE REVIEW

57 PHYSICAL REHABILITATION OF EARLY ADOLESCENTS (10-14 YEARS OLD) WITH SCOLIOtic POSTURE: A REVIEW OF EVIDENCE-BASED METHODS
K.P. Mavrodiy, I.V. Golovchenko, M.G. Aravitska, I.K. Churpiy, D.V. Morozenko, S.I. Danylchenko

CASE STUDIES FROM PRACTICE

66 LOWER LIMB REPLANTATION AFTER HIGH-ENERGY TRAUMATIC Amputation: A CLINICAL CASE
R. I. Trutyak, I. R. Trutyak, O. V. Korolyuk

SCHOOL OF DOCTORS

72 “BIOELECTRONIC MEDICINE”: BASIC DEFINITIONS AND PRACTICAL SIGNIFICANCE
G. V. Nevoit, K. Poderiene, S. I. Danylchenko, M. M. Potyazhenko, O. P. Mintser, G. Jarusevicius, A. Vainoras

REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF ARTICLES

89

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.5

UDC 616-036.82+612.76+616.89-008.454

IMPACT OF REHABILITATION PROGRAM ON MOTOR ACTIVITY OF PATIENTS WITH DEMENTIA

Y. O. Klimchuk*, B. I. Andriichuk, V. V. Sak, N. Y. Strubitska

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*ORCID: [0009-0008-0202-0802](https://orcid.org/0009-0008-0202-0802), e-mail: klimchuk.yuliia@vnu.edu.uaORCID: [0000-0002-2610-6618](https://orcid.org/0000-0002-2610-6618), e-mail: andriichuk.bohdan@vnu.edu.uaORCID: [0009-0004-5658-4671](https://orcid.org/0009-0004-5658-4671), e-mail: sak.viacheslav@vnu.edu.uaORCID: [0000-0001-6986-4526](https://orcid.org/0000-0001-6986-4526), e-mail: strubitska.natalia@vnu.edu.ua*Corresponding author: Y.O. Klimchuk, e-mail: klimchuk.yuliia@vnu.edu.ua

Abstract. The effect of a personalized rehabilitation program using physical therapy on gait and balance in patients with dementia was considered. Dementia is a progressive neurodegenerative syndrome characterized by impaired cognitive functions, behavioral changes, and a decrease in the ability to independently perform daily activities. Physical therapy, as a component of a multidisciplinary approach, helps to increase functional independence, prevents the development of complications, and improves the quality of life of such patients.

A comprehensive approach to the therapy and rehabilitation of patients with dementia allows for the highest possible quality of life, as well as significantly reducing the psychological and socio-economic burden for the patient, his environment, and society as a whole. According to scientifically confirmed data, a significant improvement in the quality of life of patients with dementia can be observed only 3–6 months after the start of rehabilitation measures.

Purpose of the research. To analyze the effectiveness of a personalized physical therapy program on gait and balance indicators in patients with dementia.

Materials and methods of the research. The study involved 20 people aged 60–86 years (72.75 ± 7.1) who were diagnosed with dementia. The Berg balance test, Tinetti test, and dynamic gait index (DGI) were used to assess effectiveness.

The physical therapy program for patients with dementia has a traditional structure: assessment of the patient's condition before starting an individual program; indicative exercise plans for different weeks with the possibility of adaptation depending on the patient's condition - in a gentle or gentle-training mode.

Results. Positive dynamics were found: the Berg balance test scores increased from 28.16 ± 9.7 to 33.47 ± 10.15 ($p < 0.001$), the Tinetti test scores increased from 17.8 ± 5.17 to 21.1 ± 3.79 ($p < 0.001$), and the dynamic walking index increased from 11.95 ± 7.39 to 15.1 ± 7.07 ($p = 0.001$).

The rehabilitation program used in the study was aimed at improving gait, balance, and functional mobility, which is key to preventing falls and maintaining maximum patient autonomy. According to the results of the Berg balance test, after the course of therapy, the average scores increased from 28.16 to 33.47 points, which is statistically significant ($p < 0.001$). Although clinically significant improvement (≥ 8 points) was recorded in only 15% of participants, even a modest increase in this indicator has important functional significance, as it contributes to a decrease in the risk of falls and an increase in the level of independence in daily activities.

Analysis according to the Tinetti test also showed positive dynamics: the number of patients with a high risk of falling decreased from 50% to 10%, while the proportion of people with a low risk increased from 5% to 20%. This confirms that regular physical activity helps to improve the perception of one's own balance and increases confidence in performing daily activities.

Conclusions. The results of the study confirm that personalized physical therapy programs contribute to improving gait, balance and general functional activity in patients with dementia. They are an effective tool in reducing the risk of falls, maintaining mobility and improving quality of life. Promising areas of further research include long-term follow-up of patients, studying the effects of combined programs, and developing optimal rehabilitation models taking into account the stage of dementia and individual needs.

Keywords: dementia, physical therapy, balance, gait, Tinetti Test, Berg Balance Scale, motor activity.

Introduction. Diseases resulting from brain damage and create a significant economic burden on society and have a diverse genesis, clinical manifestations and course the health care system. They cause serious difficulties for

the patients themselves, as well as constant emotional stress and exhaustion for their loved ones [2].

A syndrome that manifests itself in the impairment of thinking, behavior and the ability to perform daily activities is called dementia. It is a progressive and mostly irreversible clinical syndrome accompanied by a significant impairment of cognitive functions. Although many people with dementia retain positive personality traits, over time, as the disease progresses, they face increasing difficulties in performing familiar activities. Such changes cause a significant emotional, physical and financial burden not only on patients but also on their families, and also pose a serious challenge to health care and social support systems [12].

Worldwide, approximately 50 million people are living with dementia, and approximately 10 million new cases are diagnosed each year. It is estimated that between 5 and 8% of people aged 60 years and older have dementia. The number of people with the disorder is projected to increase to approximately 82 million by 2030 and to 152 million by 2050 [7].

Analysis of the global prevalence of dementia shows that the burden of the disease is increasing in low- and middle-income countries. Factors contributing to the development of dementia include education level, socioeconomic status and limited health care resources [15].

The severity of dementia ranges from mild, when impairments are only beginning to affect daily functioning, to severe, when the person is completely dependent on others for basic life tasks [3]. Older age is one of the leading risk factors for dementia [9]. Physical activity not only contributes to the prevention of cognitive impairment, but also helps prevent the development of cardiovascular diseases [10].

Research rationale. A comprehensive approach to the treatment and rehabilitation of patients with dementia allows for the highest possible quality of life, as well as a significant reduction in the psychological and socio-economic burden on the patient, their environment, and society as a whole. According to scientifically proven data, a significant improvement in the quality of life of patients with dementia can be observed only 3–6 months after the start of rehabilitation measures [2].

The works of modern researchers in the field of dementia are mainly focused on the issues of early detection of cognitive impairment in the elderly [4, 5, 11], as well as the training of personnel caring for patients [8, 13, 14]. At the same time, the issue of the influence of personalized physical therapy programs on gait and balance indicators in patients with dementia remains insufficiently studied.

The aim of the study is to analyze the effectiveness of a personalized physical therapy program on gait and balance indicators in patients with dementia.

Materials and organization of the research. Testing and assessment were performed individually, taking into account the psychological and physical condition of each patient involved in the study.

20 people aged 60–86 years (72.75 ± 7.1) were involved in the study, including 12 women (60%) and 8 men

(40%), who were diagnosed with dementia. The study was performed in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. All patients or their guardians provided informed consent to participate in the study.

Gait and balance parameters were analyzed using the Berg balance test, the Tinetti test, and the Dynamic Gait Index (DGI).

The Berg balance test is a highly reliable tool for detecting balance disorders. When interpreting the results, it was taken into account that an increase of 8 points in the test parameters is necessary for a significant improvement. According to the results, one patient had a score of 0, while the results of the other participants ranged from 13 to 46 points ($X \pm m = 28.16 \pm 9.7$).

The Tinetti test (Performance-Oriented Mobility Assessment, POMA) was used to assess the balance and stability of patients during daily activities, as well as to determine the level of fear of falling. According to the recommendations, the lower the Tinetti test score, the higher the risk of falling: ≤ 18 — high risk; 19–23 — moderate risk; ≥ 24 — low risk.

The Dynamic Gait Index (DGI) was used to assess functional stability during walking and determine the risk of falling. The higher the score, the better the indicators of functional mobility and balance.

Mathematical statistical methods were used to statistically process the primary data and assess the reliability of the results. The MedStat program was used for analysis. The mean value (X) and its standard deviation (m) were determined. The Student's t-test was used to test the reliability of the results. The difference was considered statistically significant at $p < 0.05$.

Research results. The development of a rehabilitation program for patients with dementia is based on individual needs. Patients in the early stages undergo a course of therapy and rehabilitation on an outpatient basis, but require constant supervision by relatives. Impaired coordination limits the motor activity of patients, which complicates the course of concomitant diseases or worsens general well-being.

For patients with late stages of the disease, therapy and rehabilitation are carried out in specialized institutions, where they are under the 24-hour supervision of qualified specialists. Since such patients lose the ability to control their own actions, their stay at home can be dangerous for both themselves and family members.

During rehabilitation measures, the gradual deterioration of the patient's mental state is taken into account. Over time, awareness of the disease becomes more difficult, and the growing connection between geriatric depression and dementia is clearly visible. Quite often, patients deny the presence or severity of cognitive and functional disorders, despite obvious clinical manifestations. During the initial examination, the main indicators of motor function are analyzed, which allows assessing the general state of statics and locomotion.

Modern studies show that in people with dementia, structured classes with specially organized motor activity increase physical performance and functional activity in

everyday life. Physical activity has a positive effect on gait and balance indicators. A number of studies [6] are based on programs aimed at improving mobility, with an emphasis on walking training.

Therapeutic dosed walking is carried out on straight and inclined surfaces in the corridor or outdoors, as well as on stairs. It is aimed at increasing overall endurance. For patients with mild and moderate dementia, in addition to walking, swimming, dance exercises and active exercises in a "sitting" position are used. Physical activity lasts at least 30 minutes a day, five times a week. For patients with severe dementia, the exercise program includes changing the body position from sitting to standing, as well as short walking sessions over short distances.

The physical therapy program for patients with dementia has a traditional structure: assessment of the patient's condition before starting an individual program; indicative exercise plans for different weeks with the possibility of adaptation depending on the patient's condition - in a gentle or gentle-training mode. The task of physical therapy in a gentle mode is to adapt the body to a gradual increase in physical activity, strengthen the muscle corset and restore impaired functions in the presence of concomitant diseases [2].

The rehabilitation program involves regular monitoring of the patient's condition and correction of the individual plan in accordance with changes in his physical and mental state. Special attention is paid to increasing functional mobility, maintaining balance and preventing falls, which are key factors in maintaining the patient's independence in everyday life.

Structured and personalized physical exercises are aimed at stimulating motor activity, improving coordination, endurance and overall physical performance. To achieve the optimal effect, classes are conducted systematically, taking into account the patient's daily condition and gradually increasing the load.

Example of a weekly physical therapy program:

Day 1: Aerobic exercises (30 min), stretching exercises, balance and equilibrium exercises.

Day 2: Strength exercises.

Day 3: Walk in the fresh air, balance training.

Day 4: Exercises to improve coordination, light aerobic exercises.

Day 5: Breathing exercises.

Day 6: Strength training, flexibility exercises.

Day 7: Restorative exercises (swimming, walking).

Benefits of aerobic exercise for dementia patients:

- improved physical condition: reduced risk of cardiovascular disease, improved endurance.

-improved cognitive function: physical activity can help slow the progression of cognitive impairment, improve memory and attention.

-psychological well-being: exercise helps reduce anxiety, depression and improves mood

-reduced risk of falls: improved balance and coordination help prevent falls.

The program includes various types of aerobic exercises that are convenient for older and elderly patients:

a) Outdoor walking (the most accessible type of aerobic activity). Duration: start with 5-10-15 min. per day, gradually increasing the time to 30-45 min. The duration of continuous walking should start with 3 min. and gradually increase to 30 min. Frequency: 3-5 times a week. Intensity: easy to moderate pace. Patients should be able to communicate while walking. Objective: Improving cardiorespiratory function, balance, reducing stress and anxiety.

b) Exercise machines. Exercise machines: Exercise bikes or ellipticals. Duration: 10-15 min. per day, gradually increasing to 30 min. Frequency: 3 times a week. Intensity: easy pace with increasing intensity as the condition improves and adaptation occurs.

c) Swimming or hydrotherapy. Benefits: Swimming is low impact on joints and is effective for people with limited mobility. Time: 20-30 minutes. Frequency: 2-3 times a week.

The program should gradually increase the load. An indicative aerobic exercise program:

Week 1:

Day 1 (Monday): Walk outdoors - 10 minutes, easy pace.

Day 2 (Tuesday): Swim - 15 minutes.

Day 3 (Wednesday): Exercise bike - 10 minutes. at an easy level.

Day 4 (Thursday): Walk outdoors - 12 minutes.

Day 5 (Friday): Swim - 15 minutes.

Day 6 (Saturday): Walk outdoors - 15 minutes.

Day 7 (Sunday): Rest or light activity.

Increase in load on the 2nd week.

Day 1: Walk in the fresh air - 15 min.

Day 2: Swimming - 20 min.

Day 3: Exercise bike - 15 min.

Day 4: Walk in the fresh air - 20 min.

Day 5: Swimming - 20 min.

Day 6: Exercise bike - 15 min.

Day 7: Rest or light activity.

The study of gait and balance indicators was carried out using the Berg balance test, which is one of the most common tools in clinical practice. At the beginning of the study, one patient had a score of 0. The results of the other participants ranged from 13 to 46 points ($X \pm m - 28.16 \pm 9.7$). At the end of the study, according to the data obtained among 19 people who underwent a rehabilitation course, the results ranged from 15 to 50 points ($X \pm m - 33.47 \pm 10.15$). The statistical significance for the average value of the samples was $p < 0.001$ (Table 1). Regarding clinical significance, only three patients (15%) had an increase of 8 points or more.

To determine the impact of an individual physical therapy program on the patient's subjective perception of the fear of falling, the state of their balance and stability in performing daily activities, the Tinetti test was used. At the beginning of the study, 10 patients (50%) had a high risk of falling; 9 patients (45%) had a moderate risk of falling, and one patient (5%) had a low risk of falling; $X \pm m - 17.8 \pm 5.17$. At the end of the study, according to the results

obtained, 2 patients (10%) had a high risk of falling; 14 patients (70%) had a moderate risk; 4 patients (20%) had a low risk of falling, $X \pm m - 21.1 \pm 3.79$. Changes in indi-

cators as a result of the implementation of the therapy and rehabilitation program are shown in (Fig. 1. and Table 1).

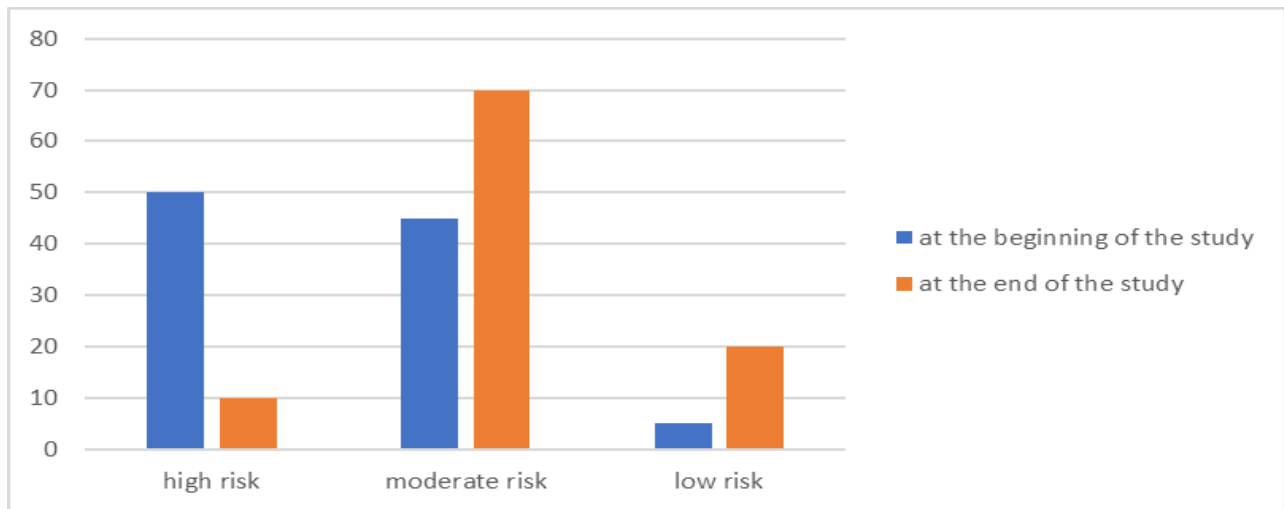


Fig. 1. Dynamics of patient distribution according to the results of the Tinetti test, (%).

Assessment of functional stability during walking and determination of the risk of falling was carried out by calculating the Dynamic Gait Index (DGI). During the initial examination, the following data were obtained: in 5 people (25%) - the number of points - 0; in four patients (20%) the gait index fluctuated within 10-15 points; in 11 people

(55%) - 16-20 points; $X \pm m - 11.95 \pm 7.39$. Repeated examination demonstrated results indicating the effectiveness of the rehabilitation program. In the vast majority of patients, the results of $X \pm m$ improved - 15.1 ± 7.07 , $p = 0.001$ (the dynamics are shown in Fig. 2 and Table 1.)

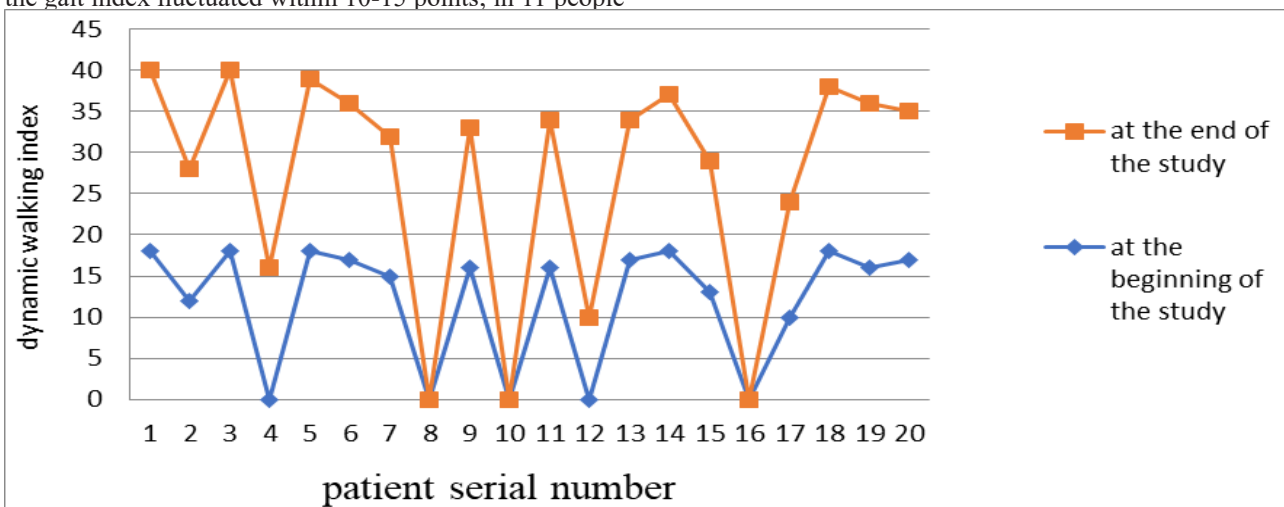


Fig. 2. Dynamics of individual indicators of the Dynamic Walking Index, (points).

Table 1

Effectiveness of the physical therapy program in terms of gait and balance indicators

Testing	At the beginning of the study	At the end of the study	p
Berg balance test	28,16±9,7	33,47±10,15	<0,001
Tinetti test	17,8±5,17	21,1±3,79	<0,001
Dynamic walking index	11,95±7,39	15,1±7,07	=0,001

If necessary, exercises are adapted for patients with dementia to avoid stress or disorientation. In particular,

simplification of exercises and increased recovery time are envisaged, as well as the use of assistive devices to ensure

safety. Contraindications to physical activity should be taken into account in patients with comorbidities, and the risk of fractures should be taken into account in patients with osteoporosis.

During classes, the duration of exercises, the pace of movements should be controlled (the patient should not overwork), and in case of pain, the intensity or volume of the load should be reduced.

Discussion of the results. The obtained results of the study confirm the relevance and effectiveness of personalized physical therapy programs for patients with dementia. Given the global forecasts for the rapid increase in the number of people with this disease, especially in low- and middle-income countries, the implementation of effective rehabilitation strategies is extremely important to reduce the medical and social burden. Dementia is characterized by a progressive decline in cognitive function, accompanied by a loss of the ability to independently perform daily activities, impaired balance and an increased risk of falls. This creates serious difficulties not only for the patients themselves, but also a significant emotional, physical and financial burden on their families and the healthcare system.

The rehabilitation program used in the study was aimed at improving gait, balance and functional mobility, which is key to preventing falls and maintaining maximum autonomy for patients. According to the results of the Berg balance test, after the course of therapy, the average indicators increased from 28.16 to 33.47 points, which is statistically significant ($p < 0.001$). Although clinically significant improvement (≥ 8 points) was recorded in only 15% of participants, even a moderate increase in this indicator has important functional significance, as it contributes to a decrease in the risk of falls and an increase in the level of independence in daily activities.

Analysis according to the Tinetti test also showed positive dynamics: the number of patients with a high risk of falling decreased from 50% to 10%, while the proportion of people with a low risk increased from 5% to 20%. This confirms that regular physical activity helps to improve the perception of one's own balance and increase confidence in performing daily activities. Similar results were demonstrated by other authors, who confirm the positive effect of aerobic exercise and dosed walking on stability and coordination in elderly people.

Improvement in the dynamic walking index additionally indicates an increase in functional stability during movement, which is of direct importance for improving the quality of life of patients. A structured program that included dosed aerobic exercise, strength training, and bal-

ance training was effective even for people with moderate to severe dementia, provided that the pace and intensity of the classes were adapted.

It is important to emphasize that the effectiveness of rehabilitation measures largely depends on the individualization of the approach. Taking into account cognitive status, psychoemotional state, comorbidities, and social environment helps to avoid overload, confusion, and stress. Support from relatives and medical staff plays an important role in adhering to the exercise regimen.

A limitation of the study is the small sample size, which necessitates further studies involving a larger number of participants to confirm the results obtained.

Conclusions. The results of the study confirm that personalized physical therapy programs contribute to improving gait, balance, and overall functional activity in patients with dementia. They are an effective tool in reducing the risk of falls, maintaining mobility, and improving quality of life. Promising areas of further research include long-term follow-up of patients, studying the effects of combined programs, and developing optimal rehabilitation models taking into account the stage of dementia and individual needs.

Prospects for further research. It is planned to further study the impact of the physical therapy program on the cognitive functions of patients with dementia, study the possibilities of optimizing the duration and structure of rehabilitation programs, determine the long-term effect of the rehabilitation measures carried out, and develop interdisciplinary models of rehabilitation and support for people with dementia at different stages of the disease.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest regarding this study, including financial, personal, authorship, or other, which could affect the study and its results presented in this article

Funding. The study was conducted without financial support.

Acknowledgements. To the patients who participated in the study and colleagues of the multidisciplinary team for their assistance in implementing individual rehabilitation programs.

Author contributions: B.I. Andriichuk a) conception and design; Y.O. Klimchuk c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpretation of results; V.V. Sak, f) writing of the manuscript; b) administrative support; N.Y. Strubitska g) editing of the manuscript;

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

1. Andriichuk O. Y., Sakharuk L. Y., Andriichuk B. I. Issues of depression and comorbidity in rehabilitation. *Acta balneologica*. 2022. Vol. 64, no. 6. P. 534–536. URL: <https://doi.org/10.36740/abal202206107>
2. Katynska S. V. Can health be considered a category of human rights. *Actual problems of native jurisprudence*. 2022. No. 1. P. 20–25. URL: <https://doi.org/10.32782/392236>
3. Bepalova, O. O., Liannoi, M. O., Lytvynenko, V. A., Buhaienko, T. V., & Tereshchenko, T. O. (2020). *Fizychna terapiia ta erhoterapiia dlia osib pokhyloho viku iz khvoroboiu Altsheimera* [Physical therapy and occupational therapy for elderly people with Alzheimer's disease]. *Sportyvna Medytsyna, Fizychna*

- na Terapii ta Erhoterapii, 2, 100–105. <https://doi.org/10.32782/smfte2020.2.12>
4. Blaha, O. S. (n.d.). *Tsikave pro khvorobu Altsheimera* [Interesting facts about Alzheimer's disease]. Retrieved October 20, 2025, from <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/news/Alcgcikave.htm>
 5. Performance of the rowland universal dementia assessment scale for the detection of mild cognitive impairment and dementia in a diverse cohort of illiterate persons from rural communities in peru / N. Custodio et al. *Frontiers in neurology*. 2021. Vol. 12. URL: <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.629325>
 6. Validation of the RUDAS for the Identification of Dementia in Illiterate and Low-Educated Older Adults in Lima, Peru / N. Custodio et al. *Frontiers in Neurology*. 2020. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00374>
 7. Dediukhina, O., & Bilianskyi, O. (2015). *Osoblyvosti dementsii v osib pokhyloho viku ta zastosuvannia fizychnoi reabilitatsii* [Features of dementia in the elderly and application of physical rehabilitation]. *Sportyvna Nauka Ukrainy*, 3(67), 9–14. <https://doi.org/10.32782/snu.2015.3.67>
 8. *Dementsiia — odna z prychnyn invalidnosti osib litnoho viku* [Dementia — one of the causes of disability in the elderly]. (2029). *NeiroNews*, 8(109), 5–7. <https://doi.org/10.36740/NN202908109>
 9. 'Introducing a multicomponent staff training intervention to reduce antipsychotic medication: care home management pre and post intervention views of systemic impact, and preliminary RE-AIM evaluation' / A. Guzmán et al. *Evaluation and program planning*. 2023. P. 102399. URL: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2023.102399>
 10. Khetsuriani, M. (2023). *Khvoroba Altsheimera. Rozviazaty rivniannia z bahatma nevidomymy* [Alzheimer's disease: Solving an equation with many unknowns]. Retrieved October 20, 2025, from <https://nauka.ua/article/hvoroba-alcgejmerna-rozvyazaty-rivnyannya-z-bagatma-nevidomimi>
 11. Lavryniuk, V. Ye., Andriichuk, O. Ya., Pikaliuk, V. S., Hreida, N. B., & Andriichuk, Ya. I. (2023). *Fizychna aktyvnist u pervynni profylaktytsi kardiologichnykh zakhvoriuvan ta okremykh faktoriv sertsevo-sudynnoho ryzyku z pozytsii dokazovoi medytsyny* [Physical activity in primary prevention of cardiovascular diseases and specific risk factors from the standpoint of evidence-based medicine]. *Rehabilitation and Recreation*, 17, 92–101. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.17.10>
 12. Cognitive assessments in multicultural populations using the Rowland Universal Dementia Assessment Scale: a systematic review and meta-analysis / R. M. Naqvi et al. *Canadian medical association journal*. 2015. Vol. 187, no. 5. P. E169–E175. URL: <https://doi.org/10.1503/cmaj.140802>
 13. *Suchasni pidkhody do terapii dementsii: koly chas — na vahu zolota* [Modern approaches to dementia therapy: When time is worth its weight in gold]. (2025). *Ukrainian Medical Journal*. 2025. URL: <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.265537>
 14. Dementia Care Mapping™ to reduce agitation in care home residents with dementia: the EPIC cluster RCT / C. A. Surr et al. *Health technology assessment*. 2020. Vol. 24, no. 16. P. 1–172. URL: <https://doi.org/10.3310/hta24160>
 15. Multicomponent staff training intervention to improve residential dementia care (procuida-demencia): a mixed-methods 2-arm cluster randomized controlled pilot and clinical outcomes study / S. Torres-Castro et al. *Journal of the american medical directors association*. 2022. Vol. 23, no. 3. P. 350–358.e5. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.09.035>
 16. Zegarra-Valdivia, J., Pérez-Fernández, L., Casimiro-Arana, M., Arana-Nombera, H., Gallegos-Manayay, V. N., Del Rosario Oliva-Piscoya, M., Alamo-Medina, R., Abanto-Saldaña, E., Vásquez-Zuñe, N., Pérez, L. D., Gutierrez-Flores, D., Tantarico, L. L., Hernández, N., Cruz-Ordinola, M. C., Paredes-Manrique, C., Chino-Vilca, B., Espinoza, G., Cabrejo, J., Castro-Suarez, S., & Custodio, N. (2025). Prevalence and risk factors of mild cognitive impairment and dementia in northern Peru. *Frontiers in Public Health*, 13, 1567073. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1567073>

УДК 616-036.82+612.76+616.89-008.454

ВПЛИВ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ НА РУХОВУ АКТИВНІСТЬ ПАЦІЄНТІВ З ДЕМЕНЦІЄЮ

Ю. О. Клімчук*, Б. І. Андрійчук, В. В. Сак, Н. Ю. Струбіцька

Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

ORCID: [0009-0008-0202-0802](https://orcid.org/0009-0008-0202-0802), e-mail: klimchuk.yuliia@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0002-2610-6618](https://orcid.org/0000-0002-2610-6618), e-mail: andriichuk.bohdan@vnu.edu.ua

ORCID: [0009-0004-5658-4671](https://orcid.org/0009-0004-5658-4671), e-mail: sak.viacheslav@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0001-6986-4526](https://orcid.org/0000-0001-6986-4526), e-mail: strubitska.natalia@vnu.edu.ua

*Кореспондуючі автори: Ю.О. Клімчук, e-mail: klimchuk.yuliia@vnu.edu.ua

Резюме. Розглянуто вплив персоналізованої програми реабілітації із застосуванням засобів фізичної терапії на показники ходи та рівноваги у пацієнтів із деменцією. Деменція – це прогресуючий нейродегенеративний синдром, що характеризується порушенням когнітивних функцій, поведінковими змінами та зниженням здатності до самостійного виконання повсякденних дій. Фізична терапія як складова мультидисциплінарного підходу сприяє підвищенню функціональної незалежності, запобігає розвитку ускладнень і покращує якість життя таких пацієнтів.

Комплексний підхід у терапії та реабілітації пацієнтів із деменцією дає змогу забезпечити максимально можливу якість життя, а також суттєво знизити психологічний і соціально-економічний тягар для хворого, його оточення та суспільства загалом. За науково підтвердженими даними, достовірно поліпшення якості життя пацієнтів із деменцією можна спостерігати лише через 3–6 місяців після початку реабілітаційних заходів.

Мета дослідження. Проаналізувати ефективність **персоналізованої програми фізичної терапії** щодо показників ходи та рівноваги у пацієнтів із деменцією.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні взяли участь 20 осіб віком 60–86 років ($72,75 \pm 7,1$), у яких було діагностовано деменцію. Для оцінки ефективності застосовували тест балансу Берга, тест Тінетті та динамічний індекс ходьби (DGI).

Програма фізичної терапії для пацієнтів із деменцією має традиційну структуру: оцінку стану пацієнта перед початком індивідуальної програми; орієнтовні плани вправ на різні тижні з можливістю адаптації залежно від стану хворого — у щадному або щадно-тренувальному режимі.

Результати. Виявлено позитивну динаміку: показники тесту балансу Берга зросли з $28,16 \pm 9,7$ до $33,47 \pm 10,15$ ($p < 0,001$), тесту Тінетті — з $17,8 \pm 5,17$ до $21,1 \pm 3,79$ ($p < 0,001$), а динамічного індексу ходьби — з $11,95 \pm 7,39$ до $15,1 \pm 7,07$ ($p = 0,001$).

Застосована в дослідженні програма реабілітації була спрямована на покращення показників ходи, рівноваги та функціональної мобільності, що має ключове значення для профілактики падінь і збереження максимальної автономності пацієнтів. Згідно з результатами тесту балансу Берга після курсу терапії середні показники зросли з 28,16 до 33,47 балів, що є статистично значущим ($p < 0,001$). Хоча клінічно значуще покращення (на ≥ 8 балів) було зафіксовано лише у 15 % учасників, навіть помірне підвищення цього показника має важливе функціональне значення, оскільки сприяє зниженню ризику падінь і підвищенню рівня самостійності в повсякденній діяльності.

Аналіз за тестом Тінетті також показав позитивну динаміку: кількість пацієнтів із високим ризиком падіння зменшилася з 50 % до 10 %, тоді як частка осіб із низьким ризиком зросла з 5 % до 20 %. Це підтверджує, що регулярна фізична активність сприяє покращенню сприйняття власної рівноваги та підвищенню впевненості у виконанні повсякденних дій.

Висновки. Результати дослідження підтверджують, що персоналізовані програми фізичної терапії сприяють покращенню показників ходи, рівноваги та загальної функціональної активності пацієнтів із деменцією. Вони є ефективним інструментом у зниженні ризику падінь, підтриманні мобільності та покращенні якості життя. Перспективними напрямками подальших досліджень є довготривале спостереження за пацієнтами, вивчення ефектів комбінованих програм та розробка оптимальних моделей реабілітації з урахуванням стадії деменції та індивідуальних потреб.

Ключові слова: деменція, фізична терапія, рівновага, хода, тест Тінетті, тест Берга, рухова активність.

Стаття надійшла в редакцію 04.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.12

UDC 615.83+616-036.82+616-001+616.721

THE IMPACT OF THERAPY AND REHABILITATION ON COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS AFTER TRAUMATIC BRAIN INJURY

T. V. Korets*, Ya. I. Andriichuk, Yu. B. Arieshyna, N. B. Greida

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*ORCID: [0009-0004-0702-5187](https://orcid.org/0009-0004-0702-5187), e-mail: tanakorec@gmail.comORCID: [0009-0006-7189-5288](https://orcid.org/0009-0006-7189-5288), e-mail: Andriichuk.Yaroslav2022@vnu.edu.uaORCID: [0000-0001-6375-465X](https://orcid.org/0000-0001-6375-465X), e-mail: julia.opheart@gmail.comORCID: [0000-0003-1107-9976](https://orcid.org/0000-0003-1107-9976), e-mail: greida.natalia@vnu.edu.ua*Corresponding author: T.V. Korets, e-mail: tanakorec@gmail.com

Abstract. The effectiveness of an individual physical therapy program in children with the consequences of traumatic brain injury (TBI) was analyzed. According to statistics, only 50–60% of patients after inpatient treatment fully recover or have minimal neurological disorders. In 63–75% of children who have suffered TBI, a delay in physical and mental development is observed. Mild TBI, as a rule, passes without complications, but in approximately 3% of cases, a sudden deterioration of the condition is possible, which requires timely detection to prevent the development of serious neurological dysfunctions.

Purpose of the research: to analyze the dynamics of cognitive function indicators in children after TBI at the inpatient rehabilitation stage.

Materials and methods of the research. The study was conducted on the basis of the Faculty of Medicine of the Lesya Ukrainka Volyn National University and the Volyn Regional Territorial Medical Association for the Protection of Motherhood and Childhood. The study involved 10 children aged 8–17 years who had suffered TBI. All patients and their parents were informed about the study conditions and provided informed consent to participate. Medical history analysis, somatic and neurological examination were performed. Comprehensive rehabilitation with the use of physical therapy was carried out in inpatient conditions during the subacute stage of recovery. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) scale, the Clock Drawing test, and the Rancho Los Amigos Scale were used to assess effectiveness.

Results. Analysis of the results showed a statistically significant improvement in cognitive functions in patients after a comprehensive therapy and rehabilitation program, in particular in the areas of memory, attention, and executive functions. According to the results of the assessment of cognitive functions according to the Montreal scale (MoCA), the average value at the end of the study was 24.2 ± 1.78 , which confirms a statistically significant improvement ($p < 0.001$). The Clock Drawing Test showed a mean score of 6.7 ± 0.45 with significant progress compared to baseline ($p < 0.001$). A comprehensive assessment of cognitive-behavioral functions using the Rancho Los Amigos scale showed improvement in all patients.

Conclusions. Despite modern advances in neurosurgery and intensive care, TBI remains one of the leading causes of mortality and disability in the world. About a third of patients die in the prehospital stage, and another 20–30% in the hospital.

Successful rehabilitation is based on the principles of evidence-based medicine, in particular, maintaining adequate brain perfusion, norm ventilation, prevention of hypoxemia, hypercapnia and intracranial hypertension. At the same time, an important component is secondary prevention of complications such as hyperthermia, hyponatremia, hyperglycemia and impaired water-salt balance.

A comprehensive physical therapy program for children with TBI should be individual, flexible and dynamic, adapted to the functional state of the patient and the dynamics of his recovery. Its structure includes elements of physical activity, cognitive therapy, speech and social-psychological interventions. The proposed weekly program demonstrated effectiveness in restoring not only motor but also cognitive functions of children, which was confirmed by the results of standardized tests - the Montreal Cognitive Assessment Scale, the Clock Drawing Test and the Rancho Los Amigos Scale.

The study confirmed the importance of a comprehensive approach in the rehabilitation of children with TBI, which includes physical therapy as the main component of restoring cognitive functions.

Keywords: physical therapy, traumatic brain injury, cognitive impairment, rehabilitation, MoCA, Clock Drawing Test.

Introduction. Traumatic injuries of the skull and brain - traumatic brain injury (TBI) - one of the most pressing issues of modern medicine, which is a complex multidisciplinary problem, characterized by high mortal-

ity and frequent disability of victims, including children, which leads to serious consequences with persistent and temporary loss of working capacity, significant economic costs for the family and society, which are associated with the implementation of medical and rehabilitation measures [5].

TBI is unique, as it often leads to changes in personality and behavior without changing the appearance of the victim [19].

The term TBI appeared in the 1930s–1940s, replacing the term «cranial trauma» [20]. According to modern views, TBI is considered one of the most deadly and debilitating conditions in the world, affecting people of all ages, including children [9], requiring a multidisciplinary approach at the national level by specialists in the field of health, economics, and sociology [20].

TBI ranks first in terms of mortality [11]. TBI is the third leading cause of death after cardiovascular and cancer diseases. [5]. TBI is the most common cause of death and disability in victims with combined trauma (multisystem injury). Among patients with combined trauma, 40% are diagnosed with damage to the central nervous system (CNS) [18].

Research rationale. Physical therapy for children with TBI is based on an integrated approach that combines motor, cognitive, and sensorimotor techniques. This approach promotes the simultaneous restoration of physical and cognitive functions, improves the child's adaptation to everyday life.

The diagnosis of TBI is based on the clinical picture and is confirmed using diagnostic methods [4]. To objectify the existing neurological syndromes after a TBI, include: assessment of post-traumatic CSF disorders, cerebral arachnoiditis, post-traumatic epilepsy, vestibular and cognitive disorders [17]. In the structure of craniocerebral injuries, the leading place is occupied by its mild severity, which includes concussion and mild brain contusion [10].

More than 41% of patients with mild TBI have a progressive course, which is combined with a longer trauma history, more severe neurological deficit, lower level of cognitive functioning and higher level of depression [15].

The purpose of the research: to analyze the dynamics of cognitive function indicators in children after traumatic brain injury at the inpatient rehabilitation stage.

Materials and organization of the research. The study was conducted at the Faculty of Medicine of the Lesya Ukrainka Volyn National University. The physical therapy program was implemented in inpatient conditions at the subacute stage of rehabilitation on the basis of the KP «Volyn Regional Territorial Medical Association for the Protection of Motherhood and Childhood». The study was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. All patients and their parents (relatives) who were involved in the study were familiarized with the study and gave their consent to participate. Medical histories were studied, and initial and final examinations of patients who participated in the study were conducted. 10 children aged 8-17 years who had suffered TBI participated in the study.

To assess the cognitive functions of patients, the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA), the clock drawing test, and the Rancho Los Amigos Scale were used.

Montreal Cognitive Assessment (MCA) [1, 3] - Montreal Cognitive Assessment Scale - the most widely used test for detecting cognitive problems and assessing cognitive aspects: attention and concentration, executive function, memory, language, visual-constructive skills, abstract thinking, ability to count and navigate. The maximum possible result is 30 points; 26 points and above are considered the norm.

The «Clock Drawing» test is recommended for determining memory disorders. It is necessary to offer the patient to draw a round clock with numbers on the dial. Then, within three seconds, the patient must draw «fifteen to two». In the presence of cognitive disorders, memory problems, the patient makes inaccuracies and errors. The test result is evaluated on a 10-point scale: 10 points - the norm, the circle is drawn, the numbers are in the right places, the arrows show the specified time; 9 points - minor inaccuracies in the location of the hands; 8 points - errors in the location of the hands are more noticeable (one of the hands deviates by more than an hour); 7 points - both hands show the wrong time; 6 points - the hands do not show the time (the time is circled); 5 points - incorrect location of the numbers on the dial (the numbers are in reverse order, i.e. counterclockwise, or the distance between them is unequal); 4 points - the integrity of the clock is lost, some of the numbers are missing or located outside the circle; 3 points - the dial and the numbers are no longer connected to each other; 2 points - the patient makes attempts to complete the task, but unsuccessfully; 1 point - the patient makes no attempts to follow the instructions. Data interpretation: a result of less than 9 points - the presence of pronounced memory impairment.

The Rancho Los Amigos Level of Cognitive Functioning Scale [16] is a 10-point descriptive scale of cognitive functioning used to assess cognitive and behavioral functions in patients with TBI. It takes into account the patient's state of consciousness and the level of assistance the patient requires to perform cognitive and physical functions. The study used mathematical statistical methods for a variational series whose distribution does not differ from the normal one with the calculation of generally accepted indicators.

Research results and their discussion. Rehabilitation of patients with TBI, prediction of clinical and social consequences, secondary prevention of complications are the competence of specialists of a multidisciplinary team: neurosurgeons, neurologists, psychiatrists, psychologists, traumatologists, intensive care physicians, general practitioners, rehabilitation specialists and other clinicians [5].

Studies [7] have shown that among victims of TBI of varying severity, about 30% of victims die at the pre-hospital stage, and among hospitalized patients, 20-30% die in the hospital, another 10-20% suffer from permanent disability. Only 50-60% of patients who have undergone inpatient treatment fully recover or minimal neurological symptoms and disorders remain.

In 63–75% of children who have suffered TBI, there is a delay in physical and mental development [12].

Most patients with mild TBI recover without complications. Approximately 3% experience a sudden deterioration in their condition, which can potentially lead to serious neurological dysfunctions if a decrease in mental activity is not detected in time [13].

The results of treatment of patients with TBI are determined by the timeliness of medical care at the prehospital stage, as well as timely hospitalization in specialized neurosurgical departments [11], and timely comprehensive rehabilitation.

Rehabilitation as a system of measures aimed at restoring impaired cognitive functions and adapting patients to further life and socialization is one of the important points in the neurological clinic [6]. According to the authors [14], rehabilitation is one of the main methods of therapy in neurology. In the realities of Ukrainian medicine, rehabilitation of neurological patients is underdeveloped. In contrast, clinics in European countries focus on long-term, effective rehabilitation in neurological departments aimed at restoring motor, speech, and cognitive deficits. In case of TBI, medical care should be provided based on the provisions of evidence-based medicine, which have proven effectiveness, namely, to ensure the maintenance of adequate cerebral perfusion, normoventilation, and adequate oxygenation. Prevention of hypoxemia, hypercapnia, arterial hypotension, and intracranial hypertension reduces the risk of death, helps prevent the development of secondary complications, and significantly improves the results of treatment and rehabilitation [8]. Other complications that need to be prevented include hyperthermia, hyponatremia, hyperglycemia, and fluid imbalance in the body [4].

The physical therapy program should be comprehensive, individually selected taking into account the child's condition and capabilities. It should be constantly adjusted depending on the dynamics of his condition, taking into account physical capabilities at each stage of rehabilitation.

The complex of physical exercises aimed at restoring and compensating for functions is developed taking into account combined injuries and includes various physical therapy methods aimed at stimulating brain neuroplasticity and optimizing cognitive processes. The use of a complex of rehabilitation measures helps to improve the ability to concentrate and maintain attention, develop short-term and long-term memory, increase the level of spatial and temporal orientation, as well as improve executive functions, in particular planning, decision-making, action control and cognitive flexibility. Such effects ensure increased efficiency of cognitive functioning and contribute to the formation of stable compensatory mechanisms in patients.

A comprehensive approach to the rehabilitation of children with the consequences of TBI involves a holistic combination of physical, cognitive, psychoemotional and social aspects of the rehabilitation process. As a result of TBI, children often experience not only motor disorders, but also a decrease in the level of attention, memory, thinking, and speed of information processing, which sig-

nificantly complicates the process of restoring motor and everyday skills. That is why the rehabilitation program should be interdisciplinary and based on the interaction of a physical therapist, occupational therapist, psychologist, speech therapist and a doctor of physical and rehabilitation medicine.

Physical therapy in this category of patients is aimed not only at restoring motor functions, coordination and balance, but also at stimulating cognitive processes through motor activity. It has been proven that a purposeful combination of motor and cognitive tasks during classes contributes to the activation of neuroplastic mechanisms, the improvement of interhemispheric connections and the formation of new functional pathways in the brain.

It is advisable to use exercises that require the simultaneous involvement of motor and mental components, for example: exercises for coordination with elements of memory, spatial orientation, attention or action planning. This approach not only increases the effectiveness of restoring motor skills, but also helps to improve cognitive functions, which, in turn, has a positive effect on the level of functional independence and the quality of life of the child.

Example of a weekly rehabilitation program for children with the consequences of TBI in a hospital setting (with an emphasis on cognitive functions).

Day 1 - Assessment and adaptation stage. Purpose: conducting a comprehensive assessment of the child's condition, forming an individual rehabilitation plan and adapting the patient to the rehabilitation environment.

- Cognitive assessment: determination of the level of attention, memory, executive functions (psychologist).
- Rehabilitation examination: assessment of muscle strength, range of motion, coordination and balance (physical therapist).
- Psychosocial adaptation: conversation with the child and parents to motivate them to participate in the rehabilitation process.
- Physical activity: breathing and passive motor exercises, gradual activation of motor skills.
- Cognitive therapy: game tasks to stimulate attention and short-term memory.

Day 2 – Stimulation of attention and sensory integration. Goal: improvement of concentration, sensory perception and coordination of movements.

- Physical activity: exercises for coordination, balance, fine motor skills.
- Cognitive therapy: tasks for concentration, finding and arranging objects, sensory games with different textures and colors.
- Play therapy: interactive exercises for the simultaneous development of motor and cognitive skills.
- Relaxation techniques: breathing exercises, music therapy.

Day 3 – Development of speech and executive functions. Goal: stimulation of speech activity, thinking and planning of actions.

- Speech therapy: articulation exercises, vocabulary expansion, exercises for the formation of oral expression.

- Cognitive therapy: exercises for planning a sequence of actions, logical thinking and solving simple problems.

- Physical activity: light aerobic exercises and coordination exercises in walking.

- Play therapy: board and mobile games that stimulate memory and attention.

Day 4 – Social skills and emotional regulation. Goal: development of social interaction, emotional stability and self-control.

- Psychological support: role-playing games, exercises for recognizing emotions, self-control training.

- Cognitive therapy: associative and flexible logical exercises.

- Physical activity: team games for coordination and balance.

- Relaxation techniques: music therapy.

Day 5 – Memory and concentration. Goal: increasing the efficiency of working and long-term memory, stimulating learning activities.

- Cognitive therapy: exercises for memorizing information, restoring sequences, interactive games for memory and attention.

- Physical activity: exercises for fine motor skills and coordination, combining motor and cognitive tasks.

- Play therapy: quests and tasks that combine motor and cognitive elements.

Day 6 – Integrative rehabilitation. Goal: a comprehensive combination of physical therapy and cognitive rehabilitation, stimulation of functional skills.

- Integrative exercises: performing motor tasks simultaneously with cognitive ones (step counting, memorizing sequences).

- Group work: team games that stimulate social and cognitive skills.

- Relaxation techniques: progressive muscle relaxation, breathing exercises.

Given the principles of evidence-based medicine, the practical activities of a physical therapist should be based on the use of modern, validated methods for assessing the functional state, cognitive abilities and behavioral characteristics of patients. Regular testing and surveys allow for an objective assessment of the dynamics of the rehabilitation process, determine the effectiveness of the applied program and make timely adjustments to achieve optimal recovery results.

In order to analyze the effectiveness of the implemented comprehensive rehabilitation of children who were involved in the study, testing was carried out at the beginning of individual work and in the context of the stages of rehabilitation.

To identify cognitive problems and assess cognitive functions, the Montreal Cognitive Function Assessment Scale was used, which covers indicators of attention, memory, executive functions, language, visual-constructive skills, abstract thinking and orientation. According to the data obtained during the initial testing, 2-9 points were scored in 2 children (20%); 10-19 points in 5 patients (50%); 20-22 points in 3 study participants (30%). $X \pm m = 15.3 \pm 2.04$. At the end of the study, according to the results of testing, in 6 children (60%) the indicator exceeded 26 points, which corresponds to the norm; in 2 patients (20%) it was 20–25 points; in 2 children (20%) - 10–19 points. The average value at the end of the study was 24.2 ± 1.78 , which indicates a statistically significant improvement in cognitive indicators compared to the initial data ($p < 0.001$). The dynamics of indicators is shown in Fig. 1

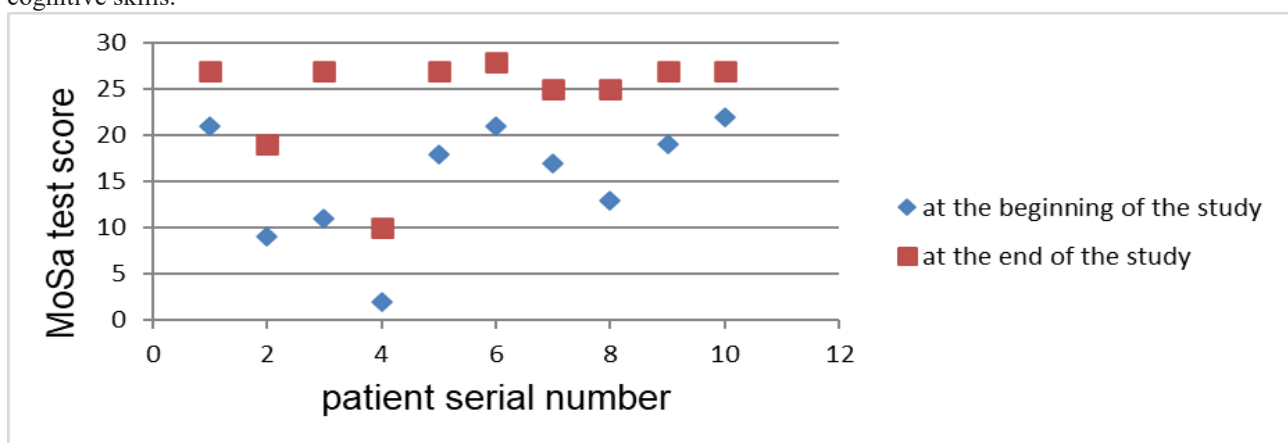


Fig. 1. Individual dynamics of cognitive function indicators according to the Montreal Assessment Scale.

In order to determine memory impairment and spatial-constructive skills, the “Clock Drawing” test was used. In the presence of cognitive impairments, memory problems, the patient makes inaccuracies and errors. The test result is evaluated on a 10-point scale. The data obtained at the beginning of the study: 1 point - in one patient (10%); 2 points - in 2 children (20%); 3 points - in 4 people (40%); 4 points - in 2 children (20%) and 5 points - in 1

patient (10%). $X \pm m = 3.0 \pm 0.36$. At the end of the study, the results showed the effectiveness of the multidisciplinary team: one patient (10%) received 4, 5 and 6 points; in 5 children (50%) the result was 7 points; in one child (10%) - 8 points, and in one (10%) - 9 points. The average value of the indicator was 6.7 ± 0.45 . The results obtained indicate a statistically significant improvement compared to the initial data ($p < 0.001$). The distribution of patients, ac-

According to the result of the «Clock Drawing» test, % is shown in Fig. 2

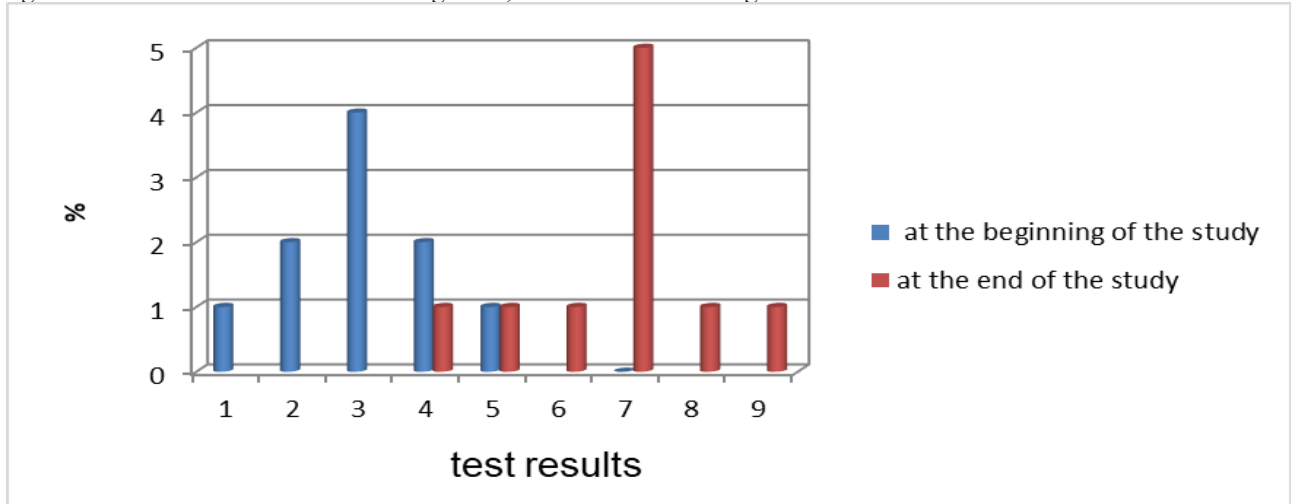


Fig.2 Distribution of patients according to the results of the “Clock Drawing” test, %

For a comprehensive assessment of the behavioral and cognitive functions of patients involved in the study, the 10-level Rancho Los Amigos Scale was used. It takes into account the level of assistance that a patient needs after TBI to perform cognitive and physical functions. According to the results obtained, one patient (10%) had level 3; 90% had level 5. Repeated examination showed positive dynamics in all children involved in the study. In particu-

lar, one patient (10%) had level 4, two children (20%) had level 6, five (50%) had level 7, and two (20%) had level 8. The results obtained indicate a general improvement in cognitive and behavioral indicators after the implementation of the physical therapy program. The distribution of patients according to the test results according to the Rancho Los Amigos Scale (%) is shown in Fig. 3.

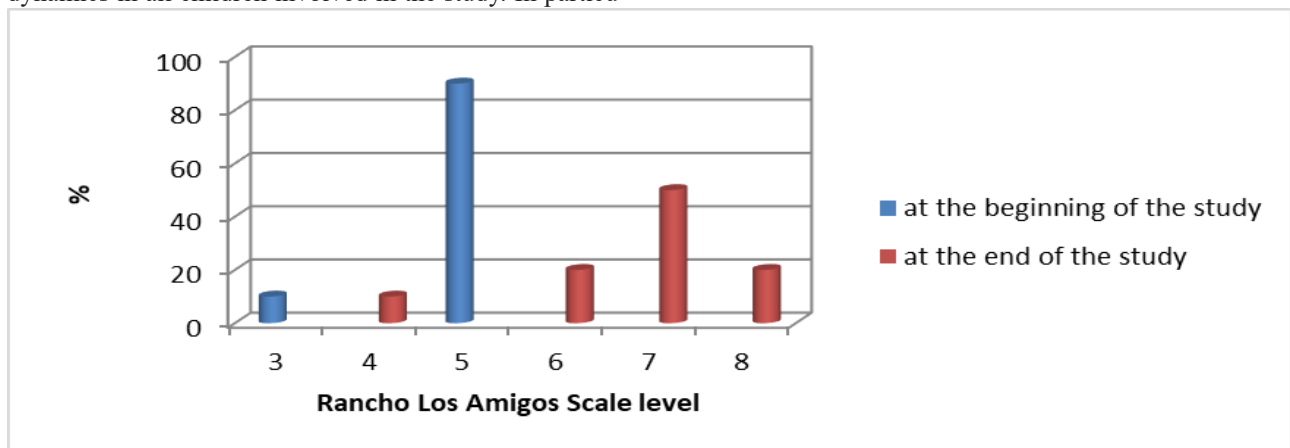


Fig. 3. Distribution of patients according to the Rancho LosAmigos Scale test results, %

Analysis of the results showed that for all studied indicators of cognitive abilities, there is a statistically significant difference in the indicators obtained at the beginning of the study and at the end of the implementation of a comprehensive rehabilitation program with the use of physical therapy.

It should be noted that in the process of planning and implementing a physical therapy program, it is necessary to take into account the individual characteristics of the patient, the level of preservation of cognitive functions, emotional state, as well as motivation for classes. A significant role in this context is played by psychological readiness and active participation of parents or guardians, since the effectiveness of recovery largely depends on the systematic performance of exercises and the continuation of therapeutic measures at home.

Conclusions. Despite modern achievements in neurosurgery and intensive care, TBI remains one of the leading causes of mortality and disability in the world. About a third of patients die in the prehospital stage, and another 20–30% in the hospital. Among those who survive, a significant proportion of individuals suffer from persistent impairments in work capacity and cognitive functioning. Children are a particularly vulnerable group, among whom 63–75% experience a delay in physical, cognitive, and mental development after TBI. Therefore, rehabilitation measures should be initiated as early as possible, as soon as the patient’s vital condition stabilizes.

The results of treatment of patients with TBI are determined by the timeliness and quality of medical care, starting from the prehospital stage, and the effectiveness of comprehensive rehabilitation. Successful rehabilitation

is based on the principles of evidence-based medicine, in particular, maintaining adequate brain perfusion, normoventilation, prevention of hypoxemia, hypercapnia, and intracranial hypertension. At the same time, an important component is secondary prevention of complications such as hyperthermia, hyponatremia, hyperglycemia and impaired water-salt balance.

A comprehensive physical therapy program for children with TBI should be individual, flexible and dynamic, adapted to the functional state of the patient and the dynamics of his recovery. Its structure includes elements of physical activity, cognitive therapy, speech and social and psychological interventions. The proposed weekly program demonstrated effectiveness in restoring not only motor but also cognitive functions of children, which was confirmed by the results of standardized tests - the Montreal Cognitive Assessment Scale, the Clock Drawing Test and the Rancho Los Amigos Scale.

Analysis of the results obtained showed a statistically significant improvement in cognitive indicators after the implementation of the program. In particular, the average score on the Montreal Scale increased from 15.3 ± 2.04 to 24.2 ± 1.78 points ($p < 0.001$), indicating a significant increase in the level of attention, memory and executive functions. According to the «Clock Drawing» test, the average score increased from 3.0 ± 0.36 to 6.7 ± 0.45 ($p < 0.001$), and the dynamics on the Rancho Los Amigos scale reflected an improvement in adaptive and behavioral capabilities. This proves that systemic rehabilitation with the use of physical therapy aids contributes to the activation of neuroplastic mechanisms, optimization of cognitive processes and the formation of compensatory strategies in children after TBI. It is important to emphasize that the effectiveness of the rehabilitation process depends not only on the methods, but also on the active participation of the family, patient motivation, psycho-emotional support and continuity of classes. It is the interaction of the child, parents and the multidisciplinary team that creates the conditions for the

maximum restoration of functional independence, social adaptation and improvement of the quality of life.

Thus, the results of the study confirm the feasibility of using a comprehensive, interdisciplinary approach in the physical rehabilitation of children with the consequences of traumatic brain injury. Such a strategy allows not only to restore impaired motor functions, but also to significantly improve cognitive, speech and behavioral capabilities, which is of great importance for the further development, education and social integration of the child.

The prospects for further scientific research include an expanded study of the effectiveness of the developed physical therapy program in restoring motor functions in children with the consequences of traumatic brain injury. In particular, it is advisable to analyze the dynamics of improving motor skills, coordination abilities, muscle strength and endurance under the influence of a comprehensive rehabilitation intervention.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest in relation to this research, including financial, personal, authorship or other nature, which could affect the research and its results presented in this article.

Financing. The study was conducted without financial support.

Acknowledgements. To the patients who participated in the study and colleagues of the multidisciplinary team for their assistance in implementing individual rehabilitation programs.

Author contributions: a) conception and design; c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpretation of results; f) writing of the manuscript; b) administrative support; g) editing of the manuscript;

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

1. Andreychenko, D. I., & Kalbus, O. I. (2025). Vykorystannya Montreal Cognitive Assessment (MoCA) dlia rannoi diiagnostyky kohnityvnykh porushen u khvorykh na rozsiiany skleroz. *Ukrainian Medical Journal*, (1), 100-103. <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.259561>
2. Andriichuk, O., Ulianitska, N., Hreida, N., & Strubitska, N. (2021). Patsientotsentrychnist fizychnoi terapii pid chas sportovno-reabilitatsiinykh zboriv. *Fizyчне vykhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi*, 2(54), 112–119. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2021-02-112-119>
3. Bornshtein, N. (n.d.). Broshura shkal i testiv dlia otsinky stanu patsienta: Osnovni shaly klinichnoi otsinky — vid hostroho insul'tu do neiroreabilitatsii. 136 p.
4. Cherepno-mozkova travma. (n.d.). MSD Manuals Professional Edition. Retrieved from <https://www.msmanuals.com/uk/professional/injuries-poisoning/traumatic-brain-injury-tbi/traumatic-brain-injury-tbi>
5. Cherepno-mozkova travma: problemnyi ohliad. (2019). *Medytsyna svitu*. Retrieved from <http://msvitu.com/archive/2019/march/article-4.php>
6. Chernenko, I. (2022). Peculiarities of rehabilitation of patients after combat craniocerebral trauma. *20*, (20), 19–24. <https://doi.org/10.26565/2312-5675-2022-20-03>
7. Chernenko, I. I., & Chukhno, I. A. (2017). Epydemiolohichni ta klinichni aspekty naslidkiv cherepno-mozkovoї travmy. *Visnyk sotsialnoi hihieny ta orhanizatsii okhorony zdorovia Ukrainy*, 4(74), 5–11. DOI: 10.11603/1681-2786.2017.4.8646
8. Dubrov, S. O. (2021). Likuvannia cherepno-mozkovoї travmy: holovna meta — zberhty mozk. *Zdorovia Ukrainy*, 1(44), 27.
9. Management of moderate to severe traumatic brain

- injury: an update for the intensivist / G. Meyfroidt et al. *Intensive care medicine*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06702-4>
10. Myronenko, T. V., Fedorkovskiy, S. O., Pobedonii, A. L., Stasiuk, S. H., & Leonova, O. H. (2014). Diferentsiovani diahnostychni i likuvalni pidkhody pry lehkii cherepno-mozkovii travmi v hostromu periodi. *Actual Problems of Transport Medicine*, 4, 35–40.
 11. Pedachenko, Ye. H. (n.d.). Cherepno-mozkova travma: suchasni pryntsyipy nevidkladnoi dopomohy, standarty diahnostyky ta likuvannya. Retrieved from <https://urgent.com.ua/ua/archive/2010/1%2820%29/article-305/cherepno-mozkova-travma-suchasni-principi-nevidkladnoyi-dopomogi-standarty-diagnostiki-ta-likuvannya>
 12. Politravma u ditei: navch.-metod. posib. / za red. A. F. Levytskoho, V. P. Prytuly, I. M. Benzar. (2014). Ternopil: TDMU. 200 p.
 13. Posibnyk po likuvanniu travmy. (n.d.). Retrieved from <https://gmka.org/uk/category/dlya-medykiv/emd-medycyna-katastrof/atls/>
 14. Rosolianska, N. (2018). Metodychni osoblyvosti likuvalnoi fizychnoi kultury osib z cherepno-mozkovoю travmoi. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*, 5, 420–426. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1294789>
 15. Saliy Z. V. Osoblyvosti perebihu viddalenykh naslidkiv cherepno-mozkovoю travmy. *Visnyk naukovykh doslidzhen*. 2016. № 1. URL: <https://doi.org/10.11603/2415-8798.2016.1.6139>
 16. Shkala kohnityvnoho funktsionuvannya Rancho Los Amigos. (n.d.). Retrieved from <https://langs.physio-pedia.com/uk/rancho-los-amigos-level-of-cognitive-functioning-scale-uk/>
 17. Shkolnyk, V. M., Naumenko, L. Yu., Fesenko, H. D., Holyk, V. A., & Koval, M. Ye. (2015). Naslidky cherepno-mozkovoю travmy yak prychna invalidnosti: problemy ekspertyzy. *Simeina medytsyna*, 4(60), 85–88.
 18. Volosovets, O. P., Zozulia, I. S., Volosovets, A. O., & Kramareva, O. H. (2024). Travmy v dytyachomu vitsi. Nadannia nevidkladnoi dopomohy. *Ukrainian Medical Journal*. 5(163)–VIII, 5–8. 2024. T. 163, № 5. <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.163.251672>
 19. Vplyv cherepno-mozkovoю travmy na sim'i ta ditei viskovosluzhbovtziv. (n.d.). Retrieved from <http://surl.li/liorfi>
 20. Zozulia, I. S., Volosovets, A. O., & Zozulia, A. I. (2022). Poarennia cherepa i holovnoho mozku: diahnostyka, ekstrena medychna dopomoha na etapakh evakuatsii. *Ukr. Med. Chasopys*, 5(151) IX/X, 1–7. DOI: [10.32471/umj.1680-3051.151.234471](https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.151.234471)

УДК 615.83+616-036.82+616-001+616.721

ВПЛИВ ТЕРАПІЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ НА КОГНІТИВНІ ФУНКЦІЇ ПАЦІЄНТІВ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВУ ТРАВМУ

Т. В. Корець*, Я. І. Андрійчук, Ю. Б. Арешина, Н. Б. Грейда

Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

ORCID: [0009-0004-0702-5187](https://orcid.org/0009-0004-0702-5187), e-mail: tanakorec@gmail.com

ORCID: [0009-0006-7189-5288](https://orcid.org/0009-0006-7189-5288), e-mail: Andriichuk.Yaroslav2022@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0001-6375-465X](https://orcid.org/0000-0001-6375-465X), e-mail: julia.opheart@gmail.com

ORCID: [0000-0003-1107-9976](https://orcid.org/0000-0003-1107-9976), e-mail: greida.natalia@vnu.edu.ua

*Кореспондуючі автори: Т.В. Корець, e-mail: tanakorec@gmail.com

Резюме. Проаналізовано ефективність індивідуальної програми фізичної терапії у дітей з наслідками черепно-мозкової травми (ЧМТ). За даними статистики, лише 50–60 % пацієнтів після стаціонарного лікування повністю відновлюються або мають мінімальні неврологічні порушення. У 63–75 % дітей, які перенесли ЧМТ, спостерігається затримка фізичного та психічного розвитку. Легка ЧМТ, як правило, минає без ускладнень, проте приблизно у 3 % випадків можливе раптове погіршення стану, що потребує своєчасного виявлення для запобігання розвитку серйозних неврологічних дисфункцій.

Мета дослідження: проаналізувати динаміку показників когнітивних функцій у дітей після перенесеної ЧМТ на стаціонарного етапу реабілітації.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено на базі медичного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки та КП «Волинське обласне територіальне медичне об'єднання захисту материнства і дитинства». У дослідженні взяли участь 10 дітей віком 8–17 років, які перенесли ЧМТ. Усі пацієнти та їхні батьки були ознайомлені з умовами дослідження й надали інформовану згоду на участь. Про-

ведено аналіз історій хвороб, соматичне та неврологічне обстеження. Комплексна реабілітація із застосуванням засобів фізичної терапії здійснювалася у стаціонарних умовах на підгострому етапі відновлення. Для оцінювання ефективності використовували Монреальську шкалу когнітивної оцінки (MoCA), тест «Малювання годинника» та Шкалу Ранчо Лос-Амігос.

Результати. Аналіз отриманих результатів показав статистично значуще покращення когнітивних функцій у пацієнтів після комплексної програми терапії та реабілітації, зокрема, у сферах пам'яті, уваги та виконавчих функцій. За результатами оцінювання когнітивних функцій за Монреальською шкалою (MoCA) середнє значення наприкінці дослідження склало $24,2 \pm 1,78$, що підтверджує статистично значуще покращення ($p < 0,001$). Тест «Малювання годинника» показав середній бал $6,7 \pm 0,45$ із суттєвим прогресом, порівняно з початковими показниками ($p < 0,001$). Комплексна оцінка когнітивно-поведінкових функцій за шкалою Ранчо Лос-Амігос засвідчила покращення у всіх пацієнтів.

Висновки. Незважаючи на сучасні досягнення нейрохірургії та інтенсивної терапії, ЧМТ залишається однією з провідних причин смертності та інвалідизації у світі. Близько третини пацієнтів помирають на догоспітальному етапі, а ще 20–30 % — у стаціонарі.

Успішна реабілітація ґрунтується на принципах доказової медицини, зокрема підтриманні адекватної перфузії мозку, нормовентиляції, профілактиці гіпоксемії, гіперкапнії та внутрішньочерепній гіпертензії. Водночас важливою складовою є вторинна профілактика ускладнень, таких як гіпертермія, гіпонатріємія, гіперглікемія та порушення водно-сольового балансу.

Комплексна програма фізичної терапії у дітей з наслідками ЧМТ повинна бути індивідуальною, гнучкою та динамічною, адаптованою до функціонального стану пацієнта та динаміки його відновлення. Її структура включає елементи фізичної активності, когнітивної терапії, мовленнєвих і соціально-психологічних інтервенцій. Запропонована тижнева програма продемонструвала ефективність у відновленні не лише рухових, але й когнітивних функцій дітей, що підтверджено результатами стандартизованих тестів — Монреальської шкали оцінки когнітивних функцій, тесту «Малювання годинника» та Шкали Ранчо Лос Амігос.

Дослідження підтвердило важливість комплексного підходу в реабілітації дітей з наслідками ЧМТ, що включає фізичну терапію як основний компонент відновлення когнітивних функцій.

Ключові слова: фізична терапія, черепно-мозкова травма, когнітивні порушення, реабілітація, MoCA, тест малювання годинника.

Стаття надійшла в редакцію 07.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 20.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.20

UDC 616.314.16+616.314-77+616-036.82

PREPARATION OF THE STUMBLE FOR PROSTHESIS AT THE TRANSTIBIAL LEVEL IN THE LONG-TERM REHABILITATION PERIOD

R. R. Lukachyshyn*, I. K. Churpiy, M. V. Zelinska, Y. V. Ivasiv

Ivano-Frankivsk National Medical University, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Ivano-Frankivsk, Ukraine

ORCID ID: [0009-0003-7552-5311](https://orcid.org/0009-0003-7552-5311), e-mail: Lukachyshyn_Rom@ifnmu.edu.uaORCID ID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.comORCID ID: [0009-0008-8623-4743](https://orcid.org/0009-0008-8623-4743), e-mail: mzelinska@ifnmu.edu.uaORCID ID: [0009-0008-1987-0109](https://orcid.org/0009-0008-1987-0109), e-mail: ivasiv_yu@ifnmu.edu.ua***Correspondence:** R.R. Lukachyshyn, e-mail: Lukachyshyn_Rom@ifnmu.edu.ua

Abstract. Lower limb amputation is one of the most serious injuries, accompanied by significant changes in the anatomy, function, psychological state and social adaptation of a person. In the case of transtibial amputation (amputation at the level of the lower leg), the knee joint is preserved, which makes it possible to achieve a more natural gait and reduce energy expenditure during movement. With the beginning of a full-scale war in Ukraine, the number of servicemen who have undergone limb amputations has reached unprecedented proportions. According to estimates of 2023, at least 20,000 people in Ukraine, mostly military personnel, have suffered one or more amputations, while other sources cite a range from 20,000 to 50,000 Ukrainian military personnel who lost limbs as a result of hostilities

The rationale for the study is that modern prosthetics methods, including bionic ones, require a high level of patient preparation: in terms of stump condition, muscle strength, tissue trophism, psychoemotional readiness, and balance skills. In the military context, additional complications are added to this: multiple injuries, tissue defects, post-traumatic syndromes, and the need for rapid rehabilitation to return to active life or service.

The goal is to analyze modern methods of preparing a stump for prosthetics at the transtibial level in the long-term rehabilitation period, taking into account mine-explosive injuries of military personnel in Ukraine, and to improve rehabilitation interventions by physical therapists.

The objectives of the study were:

1. To describe the anatomical and functional requirements for a stump in military patients.
2. To analyze the stages of long-term rehabilitation with an emphasis on preparation for prosthetics.

To provide evidence-based and practical recommendations for physical therapists when working with military personnel who have lost limbs.

The duration of long-term rehabilitation depends on the severity of the traumatic injury and is on average 6–12 months, with complex mine and explosive injuries it can exceed 18 months.

Conclusion.

1. Preparation of a stump for prosthetics at the transtibial level in military personnel is a complex process that requires a systematic, staged and multidisciplinary approach.

2. The main conditions for successful restoration of functional capacity are timely control of postoperative pain, prevention of contractures, adequate formation of the shape and volume of the stump, as well as gradual restoration of muscle strength and tissue tolerance to load.

3. The use of compression therapy, sensory desensitization, specialized physical exercises to strengthen muscles and balance training helps optimize the process of preparation for prosthetics.

4. The patient's psycho-emotional state has a significant impact on the results of rehabilitation, therefore it is important to involve a psychologist at all stages of the rehabilitation process.

5. Effective coordination of actions of specialists of different profiles, adherence to the principles of evidence-based medicine and individualization of therapeutic programs ensure the maximum possible restoration of functional independence and social adaptation of military personnel after amputation of the lower extremities.

Keywords: transtibial amputation, lower limb, formation of a lower limb stump, mine-blast injury, servicemen with lower limb amputations, long-term rehabilitation period.

Introduction. Lower limb amputation is one of the most serious injuries, accompanied by significant changes

in the anatomy, function, psychological state and social adaptation of a person. In the case of transtibial amputation

(amputation at the level of the lower leg), the knee joint is preserved, which makes it possible to achieve a more natural gait and reduce energy expenditure during movement. At the same time, the success of prosthetics depends not only on the quality of the manufactured prosthesis, but also on the correct preparation of the stump and long-term rehabilitation. With the beginning of a full-scale war in Ukraine, the number of military personnel who have undergone limb amputations has reached unprecedented proportions. According to estimates in 2023, at least 20,000 people, mostly military personnel, have suffered one or more amputations in Ukraine [1], while other sources give a range from 20,000 to 50,000 Ukrainian military personnel who have lost limbs as a result of hostilities [2, 3]. The Ministry of Veterans Affairs of Ukraine confirms a significant increase in the number of amputations among military personnel since 2022, although the exact data remains confidential for security reasons [4].

At the same time, according to the Ministry of Social Policy, in 2025, about 37,000 Ukrainians (the vast majority of whom are combat veterans) received almost 130,000 rehabilitation devices, including prostheses, orthoses, and assistive devices [5, 6].

Such a scale of losses creates an unprecedented demand for the development of a national system of prosthetics and rehabilitation, especially at the level of the lower extremities. This creates a large-scale challenge for the physical therapy and rehabilitation system of Ukraine - it is necessary not only to provide acute treatment, but also to organize long-term preparation of the stump, adaptation to prostheses, and effective social reintegration of military personnel returning to service or civilian life after serious combat injuries.

The rationale for the research is that modern methods of prosthetics, including bionic ones, require a high level of patient preparation: in terms of the condition of the stump, muscle strength, tissue trophism, psychoemotional readiness, and balance skills. In the military context, additional complications are added to this: multiple injuries, tissue defects, post-traumatic syndromes, the need for rapid rehabilitation in order to return to active life or service. The aim is to analyze modern methods of preparing the stump for prosthetics at the transtibial level in the long-term rehabilitation period, taking into account mine-explosive injuries of the military in Ukraine, and to improve rehabilitation interventions by physical therapists.

The objectives of the study were:

1. To describe the anatomical and functional requirements for a stump in military patients.
2. To analyze the stages of long-term rehabilitation with an emphasis on preparation for prosthetics.
3. Provide evidence-based and practical recommendations for physical therapists when working with military personnel who have lost limbs.

1. Anatomical and functional requirements for a military patient's stump

The shape of the stump should ensure uniform pressure distribution while wearing the prosthesis, prevent local overload and traumatization of the skin. The optimal

shape is a conical or smoothly cylindrical shape without sharp scar formations and bone protrusions, which increases the stability and comfort of the prosthesis [7].

After mine-explosive injuries, military personnel often have complex defects of soft tissues and bone structures, which complicates the formation of a full-fledged stump, which is due to the nature of the injury. In such cases, reconstructive and plastic interventions and staged surgical treatment are necessary to create a functionally suitable stump.

In the early stages of rehabilitation, the key are edema control, prevention of contractures (especially in the knee joint), and proper care of the postoperative wound. The use of compression stockings or elastic bandaging and gradual mobilization are standards of modern rehabilitation [8].

2. To analyze the stages of long-term rehabilitation with an emphasis on preparation for prosthetics.

Rehabilitation after transtibial amputation in military personnel is a multi-stage process that includes medical, physical and psychosocial components.

Early postoperative stage (0–6 weeks).

This very first stage after amputation is critical and focuses on pain control, prevention of complications, wound healing and formation of the foundation for further rehabilitation. The duration of the period is approximately 4–6 weeks, the main task of which is to control edema and form a stump.

Reducing postoperative edema and forming a cylindrical or conical stump shape is necessary for future prosthetics. Compression therapy is used for this. This can be elastic bandaging according to a special scheme (with greater pressure on the distal part) or the use of silicone stockings (liners). Compression is applied almost 24 hours a day, removed only for hygiene and exercise. Stump care also includes gentle care of the seams and skin in accordance with medical recommendations.

The next task is to prevent contractures and maintain the amplitude of movements in the joints. At this stage, there is a high risk of developing flexion contracture of the knee and hip joints, especially with amputation below the knee. To prevent this, the limb is positioned with prevention of flexion. The patient is prohibited from sitting with the knee or hip joints bent for a long time, and from placing pillows under the stump when lying on his back. It is recommended to lie on his stomach (if possible and not painful) for 20–30 minutes several times a day to stretch the stump flexors. Passive and active exercises are performed in all accessible joints of the healthy limb and upper body.

Maintaining muscle strength (Isometric training) is one of the important tasks. To maintain muscle strength and activate neuromuscular connections, isometric muscle contractions are performed. These exercises are performed without visible movement in the joint, which is safe for the postoperative wound. The main focus is on the thigh and gluteal muscles, which are key for controlling the prosthesis.

The patient should consciously tense, for example, the quadriceps or gluteal muscles for 5–7 seconds. Recom-

mended frequency: 3–5 sets of 10 repetitions, 2–3 times a day. Exercises include tightening the buttocks (squeezing) and holding the stump in an extended position (lying on the stomach).

Examples of isometric exercises:

Gluteal squeeze: Tightening both buttocks while lying on your back.

Isometric quadriceps tension: Tightening the front of the thigh.

Isometric stump extension: Trying to press the back of the stump into the bed.

Special attention is paid to breathing exercises and sensory adaptation.

An important component is breathing exercises to improve lung ventilation and prevent postoperative complications (e.g., pneumonia, atelectasis). Initial exercises for sensory adaptation of the stump (desensitization) are also performed, which may include light touching or stroking of the stump (if the condition of the sutures allows) to prepare the nerve endings for contact with the sleeve. This is the beginning of the fight against phantom pain and increased sensitivity of the stump.

The goal of this stage: to minimize swelling, prevent the development of dangerous contractures, maintain a baseline level of muscle strength, and ensure smooth wound healing, preparing the patient for the next, more intensive stage of physical therapy.

The main tasks are pain control, prevention of complications, and formation of the correct shape of the stump.

Duration: approximately 4–6 weeks.

Methods: compression therapy (elastic bandages or silicone stockings), limb position to prevent flexion contracture of the knee joint, breathing exercises, isometric contractions of the thigh and gluteal muscles (3–5 sets of 10 repetitions, 2–3 times a day).

Goal: to reduce swelling, prevent contractures, maintain muscle strength, and begin sensory adaptation of the stump.

The intermediate stage (6–12 weeks) begins after the wound has stabilized and the swelling has decreased, and includes intensive muscle training and the formation of the stump's tolerance to load.

Duration: 1.5–2 months.

Exercises: active movements in the hip (flexion, extension, adduction, abduction, rotational movements) and knee joints (flexion, extension) using a fitness elastic band, balance exercises (standing on the supporting limb with support for the first 3 days, then holding the ball), training in an upright position, body weight transfer.

Desensitization is a technique for gradually reducing pain in the stump and increasing the stump's tolerance to touch. It is performed after the wound has healed, when the compression bandage is removed, 2–3 times a day. It starts with rubbing the scar with soft cotton balls and gradually changes the structure to a harder one – paper towel, terry towel, while the procedure should not cause pain, and it is necessary to move on to the next stage when the scar becomes tolerant to sensations [9, 10, 11].

Frequency: 5–6 days a week for up to 2 hours of

classes before and after lunch.

Goal: forming a stable supporting surface of the stump, restoring coordination and preparing for fitting the primary prosthesis.

Preparatory stage for prosthetics (3–6 months after amputation), this stage of rehabilitation is critically important for creating optimal conditions for further prosthetics and learning to walk. It covers three main areas: stump formation, intensive muscle strengthening and preparation for loads.

Formation of a stable stump volume and scar care. Primary attention is paid to reducing swelling and forming a cylindrical or conical shape of the stump, which is necessary for the correct fit of the prosthesis sleeve. Regular compression is key: elastic bandaging according to an individual scheme (with greater pressure on the distal part) or special compression covers (liners) are used. This prevents fluid accumulation and helps reduce the volume. Skin care includes desensitizing massage of the stump to reduce its sensitivity to touch and pressure, which is important for contact with the sleeve. Scar correction is performed using intensive, deep massage (transverse and longitudinal rubbing) to prevent adhesions and increase elasticity. Additionally, silicone tapes or patches are applied to the mature scar to smooth it. In case of persistent problems, surgical corrections may be necessary [12].

Intensive strength and balance training. The main task is to restore and strengthen the muscle strength necessary to control the prosthesis and stabilize the body. This includes more intensive strength training of key groups. For the lower limb, the emphasis is on the quadriceps (if the knee joint is preserved) and the gluteal muscles (gluteus maximus and gluteus medius), which are responsible for stabilizing the pelvis during the support phase. Exercises for the buttock are performed, such as Glute Bridge, lateral abduction of the stump, and isometric tension of the stump muscles. Strengthening the spinal stabilizers (core muscles) with planks and rotational stability exercises is essential as the body's center of gravity shifts. Balance training on unstable surfaces (balance cushions, mats) for the healthy leg and coordination exercises to improve overall body control and prepare for walking are also performed.

Examples of exercises for strength and balance.

Bridge: Lying on the back, lift the pelvis with support on the good leg and shoulders, squeezing the buttocks hard.

Hip abduction: Lying on the good side, lift the stump up to train the gluteus medius muscle (a key pelvic stabilizer).

Plank: Hold the position on the forearms and toes (or knees) to strengthen the core muscles.

Single-leg balance: Stand on the good limb, making the task more difficult by closing the eyes or standing on a soft surface.

Preparation for loads with a temporary prosthesis, this stage is transitional. The patient is taught verticalization (safe standing and sitting), transitions between objects (for example, from a chair to a bed), and elements of gait using crutches or stilts. The main focus is on training in correct

weight transfer and preparing the patient to accept load on the stump. Initially, a training (training) sleeve can be used to increase the stump's tolerance to pressure. Protective reactions (how to fall and get up safely) are practiced. The physical therapist models the movement patterns that will be performed with the prosthesis to form the correct neuromuscular memory [13, 14].

The final assessment of the patient's readiness to start permanent prosthetics includes the following criteria: complete wound healing, absence of infections, stable stump volume (confirmed by measurements) and minimal pain. In addition, the patient's motivation and his ability to independently perform the care and exercise program are important. Only after achieving all these indicators can the stage of permanent prosthetics be successfully moved on. At this stage, the selection and individual manufacture of a temporary prosthesis is carried out, and gradual getting used to wearing it is carried out.

Methods: training in standing up, sitting, moving with parallel bars, walking with partial and full load on the temporary prosthesis.

Exercises: exercises to strengthen the muscles of the hip girdle, control the center of mass, teach a step without compensatory movements.

Frequency: daily classes for 60–90 minutes under the supervision of a physical therapist.

Goal: adaptation of the stump to the prosthesis, restoration of symmetry of gait, prevention of secondary deformations.

In the process of our work, practical recommendations were formed for physical therapists when working with amputees who received mine-explosive trauma to the lower extremities.

Physical therapy after transtibial amputation is aimed at reducing postoperative complications, preparing for prosthetics and restoring the functional independence of the serviceman.

In the early postoperative period, the priority is to control pain and swelling, prevent contractures and form the correct posture of the limb. Light extension in the knee joint, elastic bandaging or silicone sleeves, early activation, breathing exercises and pain control are recommended.

The formation and care of the stump includes massage to improve blood circulation, gradual compression, hygienic care and sensory desensitization to reduce hypersensitivity. This provides optimal conditions for future prosthetics.

At the stage of preparation for prosthetics, the main attention is paid to strengthening the quadriceps, gluteal and abdominal muscles, training in balance, coordination and correct posture to prevent secondary deformities.

It is important to take into account the psychological aspect of rehabilitation. The support of a psychologist, participation in support groups and work with an occupational therapist contribute to adaptation to changes and

restoration of motivation.

After prosthetics, it is necessary to conduct gait training, endurance control and prevention of overload of the healthy limb, as well as regularly check the condition of the stump skin and the conformity of the prosthesis.

The duration of long-term rehabilitation depends on the severity of the traumatic injury and is on average 6–12 months, and in case of complex mine-explosive injuries it can exceed 18 months.

A comprehensive, evidence-based approach ensures effective rehabilitation, the return of the serviceman to active life and improvement of the quality of his functional adaptation.

Conclusion.

1. Preparation of the stump for prosthetics at the transtibial level in military personnel is a complex process that requires a systematic, staged and multidisciplinary approach.

2. The main conditions for successful restoration of functional capacity are timely control of postoperative pain, prevention of contractures, adequate formation of the shape and volume of the stump, as well as the gradual restoration of muscle strength and tissue tolerance to load.

3. The use of compression therapy, sensory desensitization, specialized physical exercises to strengthen muscles and balance training helps optimize the process of preparation for prosthetics.

4. The psychoemotional state of the patient has a significant impact on the results of rehabilitation, therefore it is important to involve a psychologist at all stages of the rehabilitation process.

5. Effective coordination of actions of specialists of various profiles, adherence to the principles of evidence-based medicine, and individualization of therapeutic programs ensure the maximum possible restoration of functional independence and social adaptation of military personnel after amputation of the lower extremities.

Prospects for further research. Develop and improve methods of working with lower limb stumps to prepare for prosthetics.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest in relation to this study, including financial, personal, authorship, or any other conflict that could affect the research and its results presented in this article.

Financing. The study was conducted without financial support.

Author contributions: R.R. Lukachyshyn a) conception and design; c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpretation of results; M.V. Zelinska f) writing of the manuscript; I.K. Churpiy b) administrative support; Y.V. Ivasiv g) editing of the manuscript.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

1. Rubryka. (2023). Over 20,000 Ukrainians have undergone at least one amputation since the beginning of Russia's full-scale war - Ukrainian Solutions Media
2. Stanislav Pohorilov. Scale Of Amputations In Ukraine Reaches Wwi Level – Wsj.(2023). Ukrainska Pravda (Scale of amputation in Ukraine reaches WWI level – WSJ, URL: <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/08/01/7413800/>)
3. Lauren Baillie, Ena Dion, Philippe Leroux-Martin, Ian Platz, William B. Taylor, and Calin Trenkov-Wermuth.(2024). *The Future of the Security Sector in Ukraine*, US Institute of Peace.
4. Interfax-Ukraine.(2025). Blyzko 37 tys. ukrainsiv u 2025r otrymaly maizhe 130 tys. zasobiv reabilitatsi–Minsotspolityky- Interfaks-Ukraine
5. Ministerstvo sotsialnoi polityky, simi ta yednosti Ukrainy.(2025). U 2025 rotsi vzhe vydano ponad 90 tysyach zasobiv reabilitatsii na sumu bilsh yak 1 miliard hryven– Minsotspolityky, URL: https://www.msp.gov.ua/press-center/news/u-2025-rotsi-vzhe-vydano-ponad-90-tysyach-zasobiv-reabilitatsiyi-na-sumu-bilsh-yak-1-milyard-hryven?utm_source=chatgpt.com
6. Ministerstvo u spravakh veteraniv Ukrainy. (2025). Analitichna informatsiia za danymy Ministerstva u spravakh veteraniv Ukrainy URL: https://data.mva.gov.ua/?utm_source=chatgpt.com
7. ReliefWeb. (2024). *Wounded by war; Ukrainians living with amputations find new purpose — prosthetists, advocates.*
8. Ministerstvo okhorony zdorovia. (2024). Reabilitatsiia patsientiv pislia amputatsii. URL: https://moz.gov.ua/uk/reabilitaciya-pacyentiv-pislya-amputatsiyi?utm_source=chatgpt.com
9. ProtezHub. (2023). Yak pidhotovaty kuksu do protezuvannia?
10. Choo YJ, Kim YK, Seo Y, Kim H, & Hwang JH. (2022). Amputation stump management: A narrative review. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 46(3), 153–165. <https://doi.org/10.5535/arm.22014>
11. Bezradnii VV. (2025). Zastosuvannia metodiv fizychnoi terapii v reabilitatsii pislia amputatsii nyzhnoi kintsivky. Pratsi NTUU «KPI im. I. Sikorskoho». <https://ela.kpi.ua/items/77ba5cbe-a6ef-44b3-b582-4e37aa4f8b42>
12. Humanity & Inclusion. (2024). Rannia reabilitatsiia patsientiv pislia amputatsii. Metodychnyi klinichniy posibnyk. https://www.hi.org/sn_uploads/Humanity-Inclusion-Clinical-Handbook-Ukraine-FINAL_March2024.pdf
13. Stelmakh, H. O., Bakaliuk, T. H., Makarchuk, N. R., & Ptashnik, A. B. (2024). Trenuvannia balansu pid chas protezuvannia nyzhnoi kintsivky. *Zdobutky klinichnoi i eksperymentalnoi medytsyny*, (2), 122–127. <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2024.v.i2.14729>
14. Zade, R., Shende, G., Gaidhane, P., & Deshpande, S. (2021). Pre-prosthetic rehabilitation in post-operative transtibial amputation patient: A case report. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(43B), 134–139. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i43B32502>

УДК 616.314.16+616.314-77+616-036.82

ПІДГОТОВКА КУКСИ ДО ПРОТЕЗУВАННЯ НА ТРАНСТІБІАЛЬНОМУ РІВНІ В ДОВГОТРИВАЛОМУ ПЕРІОДІ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Р. Р. Лукачишин*, І. К. Чурпій, М. В. Зелінська, Ю. В. Івасів

Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фізичної терапії та ерготерапії, м. Івано-Франківськ, Україна

ORCID ID: [0009-0003-7552-5311](https://orcid.org/0009-0003-7552-5311), e-mail: Lukachyshyn_Rom@ifnmu.edu.ua

ORCID ID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.com

ORCID ID: [0009-0008-8623-4743](https://orcid.org/0009-0008-8623-4743), e-mail: mzelinska@ifnmu.edu.ua

ORCID ID: [0009-0008-1987-0109](https://orcid.org/0009-0008-1987-0109), e-mail: ivasiv_yu@ifnmu.edu.ua

**Кореспондуючі автори:* Р.Р. Лукачишин, e-mail: Lukachyshyn_Rom@ifnmu.edu.ua

Резюме. Ампутація нижньої кінцівки — одна з найсерйозніших травм, що супроводжується суттєвими змінами в анатомії, функції, психологічному стані та соціальній адаптації людини. У випадку транстібіальної ампутації (ампутації на рівні гомілки) зберігається колінний суглоб, що дає можливість досягти більш природної ходи та зменшити енергетичні витрати під час руху. З початком повномасштабної війни в Україні кількість військовослужбовців, які зазнали ампутацій кінцівок, досягла безпрецедентних масштабів. За оцінками 2023 року, в Україні щонайменше 20 000 осіб, переважно військових, перенесли одну чи кілька ампутацій, тоді як інші джерела наводять діапазон від 20 000 до 50 000 українських військових, які втратили кінцівки внаслідок бойових дій.

Обґрунтування дослідження полягає в тому, що сучасні методи протезування, включно з біонічними, вимагають високого рівня підготовки пацієнта: з точки зору стану кукси, м'язової сили, трофіки тканин, психоемоційної готовності, балансних навичок. У військовому контексті до цього приєднуються додаткові ускладнення: множинні травми, дефекти тканин, посттравматичні синдроми, необхідність швидкої реабілітації задля повернення до активного життя або служби.

Мета проаналізувати сучасні методи підготовки кукси до протезування на транстібіальному рівні в довготривалому періоді реабілітації, з урахуванням мінно-вибухових травм військових в Україні, та удосконалити реабілітаційні втручання фізичних терапевтів.

Для досягнення мети дослідження були поставлені такі **завдання**:

Описати анатомо-функціональні вимоги до кукси у військових пацієнтів.

Проаналізувати етапи довготривалої реабілітації з акцентом на підготовку до протезування.

Надати доказові та практичні рекомендації для фізичних терапевтів при роботі з військовими які втратили кінцівки.

Тривалість довготривалої реабілітації залежить від тяжкості травматичного ушкодження і в середньому становить 6–12 місяців, при складних мінно-вибухових пораненнях може перевищувати 18 місяців.

Висновок.

1. Підготовка кукси до протезування на транстібіальному рівні у військовослужбовців є комплексним процесом, який потребує системного, етапного та мультидисциплінарного підходу.

2. Основними умовами успішного відновлення функціональної спроможності є своєчасний контроль післяопераційного болю, профілактика контрактур, адекватне формування форми та об'єму кукси, а також поступове відновлення м'язової сили й толерантності тканин до навантаження.

3. Застосування компресійної терапії, сенсорної десенсibiliзації, спеціалізованих фізичних вправ для зміцнення м'язів та тренування рівноваги сприяє оптимізації процесу підготовки до протезування.

4. Значний вплив на результати реабілітації має психоемоційний стан пацієнта, тому важливим є залучення психолога на всіх етапах реабілітаційного процесу.

5. Ефективна координація дій фахівців різних профілів, дотримання принципів доказової медицини та індивідуалізація терапевтичних програм забезпечують максимально можливе відновлення функціональної незалежності та соціальної адаптації військових після ампутації нижніх кінцівок.

Ключові слова: транстібіальна ампутація, нижня кінцівка, формування кукси нижньої кінцівки, мінно-вибухова травма, військовослужбовці з ампутаціями нижніх кінцівок, довготривалий період реабілітації.

Стаття надійшла в редакцію 20.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 20.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.26

UDC 616-089.844+616-001+614.83+616-036.82+616.758

RESTORATION OF FUNCTIONAL MOBILITY AFTER MINE-BLAST INJURIES OF THE LOWER LIMBS: RESULTS OF REHABILITATION AT THE INPATIENT STAGE

M. S. Navrotska*, O. Ya. Andriichuk, O. V. Usova, Yu. B. Arieshina

Lesya Ukrainka Volyn National University, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Lutsk, Ukraine

ORCID: [0009-0003-9698-8147](https://orcid.org/0009-0003-9698-8147), e-mail: marananavrocka@gmail.comORCID: [0000-0003-4415-4696](https://orcid.org/0000-0003-4415-4696), e-mail: andrijchuk.olga@vnu.edu.uaORCID: [0000-0002-6227-0597](https://orcid.org/0000-0002-6227-0597), e-mail: usova.oksana@vnu.edu.uaORCID: [0000-0001-6375-465X](https://orcid.org/0000-0001-6375-465X), e-mail: julia.opheart@gmail.com*Corresponding author: M.S. Navrotska, e-mail: marananavrocka@gmail.com

Abstract. Mine-blast injury is a complex combination of tissue damage caused by multiple injurious factors of an explosion. Under the conditions of the ongoing war in Ukraine, the number of patients with such injuries has significantly increased, emphasizing the need to improve approaches to physical rehabilitation. The lower limbs, particularly the ankle joint, are most frequently affected, leading to prolonged impairments in weight-bearing capacity and mobility.

Purpose. To assess the dynamics of functional mobility and motor activity indicators in patients with lower-limb MBI following an inpatient rehabilitation program.

Methods. The study involved 20 male servicemen aged 33.15 ± 1.56 years with ankle fractures resulting from MBI. The rehabilitation program included physical therapy interventions aimed at restoring joint range of motion, muscle strength, and functional mobility. Assessments were conducted using goniometry, manual muscle testing (MMT), and the *Timed Up and Go Test* (TUG). Statistical analysis was performed using methods of variation statistics, the Shapiro–Wilk test, and Pearson’s correlation analysis.

Results. After the rehabilitation program, 95% of patients showed improvement in ankle joint flexion amplitude (mean increase — 8.3°), and all participants demonstrated improvement in extension movements (mean increase — 9.95°). The strength of flexor muscles increased by 1.05 points ($p < 0.001$), and that of extensors — by 0.8 points. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between joint amplitude and muscle strength ($r = 0.77-0.94$). According to the *Timed Up and Go Test*, the average completion time decreased from 12.8 ± 1.99 s to 9.95 ± 2.04 s ($p < 0.001$), indicating a statistically significant improvement in functional mobility and reduced fall risk.

Conclusions. As a result of the rehabilitation course, 95% of patients showed an improvement in the amplitude of flexion movements in the supracalcaneal-tibial joint. In most of them (40%), the increase was $6-10^\circ$, and in another 25% - more than 10° , which indicates a significant restoration of functional mobility. Only in one patient (5%) the indicators remained unchanged; no cases of decreased mobility were detected.

An improvement in the amplitude of extension in the supracalcaneal-tibial joint was also noted: the average increase was 9.05° (approximately 53.7% of the initial level). In 75% of patients, an increase in the amplitude by more than 10° was observed, which indicates a significant improvement in the functional mobility of the ankle-foot complex.

Thus, the positive dynamics among the majority of patients confirms that the implemented physical therapy program contributed to the improvement of foot support and stabilization of movements during walking. The results obtained are consistent with the concept of gradual recovery of the musculoskeletal system after lower limb injuries, according to which the sequential recovery of mobility, strength and coordination is a key criterion for the effectiveness of rehabilitation intervention.

This combination of changes corresponds to the logic of gradual recovery: local joint function and muscle strength are restored, which are reflected in the integrated parameters of walking speed and confidence.

Keywords: mine-blast injury, rehabilitation, ankle joint, goniometry, muscle strength, functional mobility, Timed Up and Go Test.

Introduction. In modern military conflicts, a significant amount of ammunition is used, leading to mine and explosive injuries (MEIs). MEIs are a specific type of combined injury, which includes the impact of several

damaging factors of an explosion: shock wave, fragments, high temperature, fire and toxic substances. The combined effect of these factors causes complex damage to various body systems.

In Ukraine, MEIs have become an important domestic problem. Since 2014, when active hostilities began in eastern Ukraine, the number of victims of Russian aggression began to grow rapidly, and after the full-scale invasion in February 2022, the issue of MEIs has become even more urgent [9].

The need to return victims after MEIs to their official duties determines the high requirements for recovery, which is ensured by a complex of rehabilitation measures at all stages of treatment [4, 5].

Traumatic injuries of the extremities are the most common in modern medical practice, which is due to the peculiarities of their pathogenesis, diagnosis, treatment and, especially, rehabilitation. Traumatic injuries are characterized by significant severity of bone and surrounding soft tissue damage, primary microbial contamination of wounds, the presence of foreign objects and a high frequency of early and late complications [2].

Most traumatic injuries are lower limb injuries, among which a significant proportion are calcaneal fractures.

Research rationale. The inpatient stage of treatment and rehabilitation of calcaneal fractures is aimed at ensuring proper fusion of bone structures and restoration of joint functions. An important component of this stage is constant clinical observation of the patient and periodic monitoring of the condition of the damaged joint in order to timely identify possible complications and eliminate them. The maximum level of recovery can only be achieved with a multidisciplinary approach and consistency in the provision of rehabilitation care [13].

The key task at the inpatient stage is to ensure the stability of the joint. For this, plaster casts or special orthoses are used to fix the damaged area. In the case of a complicated fracture with displacement, reposition is performed - the anatomical comparison of bone fragments into their physiological position, usually surgically. In such cases, the terms of immobilization can vary significantly [7].

The prognosis is usually favorable provided that the supracalcaneal joint is stable and the bone fragments are in the correct position during healing [6]. The work of a physical therapist with a patient should take into account the peculiarities of consolidation of bone fragments, the stages of wound healing, the general condition of the patient, as well as the specifics of the recovery of military personnel after MVT.

Purpose of the work: to assess the dynamics of functional mobility and motor activity indicators in patients with lower limb MPT under the influence of a rehabilitation program at the inpatient stage

Materials and organization of the study. The study was conducted at the Faculty of Medicine of the Lesya Ukrainka Volyn National University and the Volyn Regional Hospital of War Veterans. The study involved 20 male servicemen with a supracalcaneal-tibial fracture resulting from MVT. The average age of the participants was 33.15 ± 1.56 years.

All patients were familiarized with the conditions of the study and provided informed consent to participate.

The participants underwent a somatic, traumatological, orthopedic and neurological examination. Comprehensive rehabilitation with the use of physical therapy was carried out in a hospital setting.

To analyze the effectiveness of the rehabilitation program, the dynamics of motor activity indicators were assessed based on the results of goniometry, manual muscle testing and the "Get Up and Go" fall risk test.

The goniometry method is one of the most common in the practice of managing patients with musculoskeletal disorders. The active range of motion in the ankle-calcaneal joint (flexion, extension) was assessed using a universal goniometer.

Manual muscle testing on a scale of 0 to 5 points was used to determine the strength of the muscles involved in flexion and extension of the foot.

The Timed Up and Go Test (TUG) was used to determine the risk of falling. It allows you to assess functional mobility, balance, walking ability, speed and pattern of walking, the need for assistive devices and the overall risk of falling.

According to the prognostic model of Keene D. J. et al. (2019) [6] and data Ramadi A. (2022) [10], the amplitude of movements and the results of the "Get up and go" test are significant predictors of the functional state after fractures of the supratolar joint.

In the process of analyzing the obtained data, a clinically oriented approach was used: the dynamics of the indicators were assessed by the number of people who had improvement, stabilization or no changes. Statistical indicators (mean value and error of the mean) were calculated for a variation series, the distribution of which did not differ from the normal one according to the Shapiro-Wilk criterion at a significance level of $p \geq 0.1$. A correlation analysis was performed using the Pearson method.

Research results. A supratolar joint fracture occurs under the influence of forces directed perpendicular to the normal axis of movements in the joint. Depending on the mechanism of injury, metatarsal fractures are divided into pronation or adduction (fracture occurs when the foot is turned outward) and supination or abduction (turning the foot with the sole inward).

In most cases, the fracture occurs as a result of an indirect mechanism of injury with a predominance of rotational displacements of the segments with a minor role of axial loads. Such fractures are classified as low-energy injuries, and they are usually accompanied by a minor degree of soft tissue damage [13].

According to ICD-10, metatarsal fractures due to MVT are coded in the following categories: (S90-S99) — injuries of the ankle joint and foot; (S92) — fractures of the foot, excluding the ankle joint; (S92.0) — calcaneal fracture.

According to the recommendations of the World Health Organization and the regulatory documents of the Ukrainian healthcare system, the rehabilitation process should be carried out on the basis of the International Classification of Functioning (ICF). It is used to assess the structures and functions of the body, the patient's activity

and participation in society. The ICF allows you to formulate a rehabilitation diagnosis, determine the goal and objectives of rehabilitation, develop an individual plan and assess the effectiveness of the intervention.

The rehabilitation diagnosis is described using ICF codes, which cover four levels of impairment: structures, functions, activity and participation, environmental factors.

The main ICF codes for impairment of functions associated with a calcaneal fracture: b7100 — mobility of one joint; b7603 — supporting functions of the leg; b28015 — pain in the lower limb.

ICF core body structure codes associated with calcaneal fracture: s75020 — bones of ankle and foot; s75021 — joints of ankle, foot and toes; s75028 — structure of ankle and foot (calcaneus).

ICF core activity and participation codes for individuals with calcaneal fracture: d4500 — walking short distances; d4501 — walking long distances; d4502 — walking on different surfaces; d4552 — running; d4600 — moving around the house.

ICF codes associated with injuries and fractures of the supracalcaneal joint are given in table 1.

Table 1

ICF codes associated with supracalcaneal joint injuries

ICF		
Functions	b28015	Lower extremity pain
	b7100	Ankle and foot bones
	b7101	Multiple joint mobility
	b7301	Single limb muscle strength
	b7400	Isolated muscle endurance
	b7401	Muscle group endurance
	b7603	Support functions of the leg
Structures	s7502	Ankle and foot structure
	s75020	Ankle and foot bones
	s75021	Ankle, foot and toe joints
	s75022	Ankle and foot muscles
	s75028	Ankle and foot structure (calcaneus)
Activities/ Participation	d4500	Short distance walking
	d4501	Long distance walking
	d4552	Running
	d4502	Walking on different surfaces
	d600	Moving around the house

The general goal of rehabilitation is the effective and early return of patients to everyday activities, social life and professional activities. When planning a physical therapy program as a component of comprehensive rehabilitation, it is recommended to adhere to the following basic principles: early initiation of rehabilitation activities contributes to faster restoration of lost functions and prevention of possible complications; continuity and gradualness of the rehabilitation process ensure a reduction in recovery time, a reduction in the risk of disability and a return to active life; comprehensiveness of activities and a multidisciplinary approach involving a psychologist and a social worker; individuality of the rehabilitation program taking into account the general physical condition of the patient, the initial level of physical fitness, psychological state and features of the course of the post-traumatic period; organization of classes in a team, which contributes to the formation of a sense of support, belonging to the group and reducing discomfort associated with the consequences of the injury; gradual return to occupational activity and social interaction, which provides a positive psycho-emotional state; constant monitoring of the adequacy of loads and the effectiveness of rehabilitation measures. To prescribe differentiated and optimal rehabilitation treatment, a correct assessment of the patient's condition is necessary [7].

Setting physical therapy goals for a metatarsal fracture

due to a mine-explosive injury involves determining short-term and long-term goals. The short-term goal is to increase the amplitude of movements of the metatarsal joint during the first seven days. The long-term goal is to restore proper gait over longer distances by the time of discharge (after two weeks).

During the individual selection of the level of physical activity, modern recommendations were used [12], which confirm the effectiveness of early targeted physical exercises compared with usual care [8].

To assess the baseline and results of the implemented rehabilitation program, the range of motion in the supracalcaneal-tibial joint was determined using a standard method, provided that the joint was stable. At the stage of the initial rehabilitation examination, the average active flexion index was $32.75 \pm 13.83^\circ$. After the completion of the therapeutic intervention, this index increased to $41.05 \pm 11.74^\circ$.

Clinically-oriented analysis showed the following dynamics: improvement (final indicators greater than baseline), i.e. an increase in amplitude from 2° to 14° , was recorded in 19 patients (95%); no changes (final indicators equal to baseline), i.e. stability of mobility ($50^\circ \rightarrow 50^\circ$), was detected in one patient (5%); deterioration (final indicators less than baseline) was not observed.

Detailed data on the dynamics of the degree of improvement of active flexion in the supracalcaneal joint

are given in table 2.

Table 2

Dynamics of restoration of active flexion in the supracalcaneal joint

Growth range	Number of patients	Share (%)	Short Description
+1° – +5°	6	30 %	Slight Improvement
+6° – +10°	8	40 %	Moderate Improvement
+11° – +15°	5	25 %	Significant Improvement
> +15°	0	0 %	—
No changes	1	5 %	Stable

The average extension in the supracalcaneal-tibial joint according to goniometry during the initial examination was $15.90 \pm 7.56^\circ$. Repeated measurement showed an increase in this indicator to $25.85 \pm 5.36^\circ$. All patients (100%) showed positive dynamics.

The most common was an increase within 11–15° (40% of participants), which reflects a pronounced

tendency to restore joint mobility. Five patients recorded a significant improvement of more than 15°, which may be due to their high involvement and active participation in the physical therapy program.

Detailed indicators of the dynamics of improvement in active extension in the supracalcaneal-tibial joint are given in table 3.

Table 3

Dynamics of recovery of active extension in the supracalcaneal joint

Growth range	Number of patients	Share (%)	Short Description
+1° – +5°	1	5 %	Slight improvement
+6° – +10°	6	30 %	Moderate improvement
+11° – +15°	8	40 %	Significant improvement
+16° – +20°	5	25 %	Significant improvement
No changes	0	0 %	—

Determination of muscle strength is an important indicator that reflects the existing motor disorders and the dynamics of their changes in the process of implementing the rehabilitation program. To assess muscle strength, the method of manual muscle testing with a traditional scoring scale was used.

During the initial rehabilitation examination, the average strength of the muscles that provide flexion in the supracalcaneal joint was 2.40 ± 0.94 points. After the completion of the therapeutic intervention, this indicator significantly improved ($p < 0.001$) by 1.05 points (43.7%)

and reached the level of 3.45 ± 1.32 points.

Clinically-oriented analysis of the obtained data showed the following dynamics: improvement (final indicators > baseline) - an increase in strength by 1–3 points in 15 patients (75%); no changes (final values = baseline) — strength remained at the same level in 4 people (20%); in 1 patient (5%) no significant dynamics were noted due to a pronounced baseline strength deficit.

Detailed results of the dynamics of the strength of the muscles that provide flexion in the supracalcaneal joint are given in table 4.

Table 4

Dynamics of the strength of the muscles that provide flexion in the supracalcaneal joint

Growth range	Number of patients	Share (%)	Short Description
+1 бал	11	55 %	Moderate improvement
+2 балли	3	15 %	Significant improvement
+3 балли	1	5 %	Significant improvement
No changes	4	20 %	Stable
0	1	5 %	No change

Determination of the strength of the muscles that provide extension in the supracalcaneal joint, carried out at the beginning of the study using MMT, showed that

the average indicator was 3.60 ± 0.94 points. At the end of the study, this indicator significantly improved by 0.8 points (22.2%) and reached 4.40 ± 0.99 points. Analysis

of individual data showed the following: improvement (final indicator > baseline) - an increase in strength by 1 point was recorded in 13 people (65%); no changes (final = baseline) - the previous level of strength was maintained

in 7 people (35%); no deterioration was detected. Detailed data on the dynamics of the strength of the muscles that provide extension in the supracalcaneal joint are given in table. 5.

Table 5

Dynamics of muscle strength providing extension in the supracalcaneal joint

Growth range	Number of patients	Share (%)	Short Description
+1 бал	13	65 %	Moderate improvement
No changes	7	35 %	Stable
Deterioration	0	0	None

In order to assess the impact of the physical therapy program on the indicators of functional mobility, walking, balance, and risk of falling, the "Get Up and Go" test was performed. At the initial stage of rehabilitation, the average test time was 12.8±1.99 s, and at the end of the study – 9.95±2.04 s. A detailed clinically-oriented analysis of the test results revealed the following indicators:

improvement (final < baseline) - a reduction in test time by 1–5 s was noted in all (100%) patients. The average test time decreased by 2.9 seconds (22.6%), which exceeds the minimal clinically significant difference (2.1 s). A detailed analysis of the dynamics of the "Get Up and Go" test results is presented in table 6.

Table 6

Dynamics of the results of the «Get Up and Go» test

Time reduction range (s)	Number of patients	Proportion (%)	Brief description
-1 – -2	5	25 %	Minor improvement (partial recovery of gait)
-3 – -4	10	50 %	Moderate improvement in functional mobility
-5 і більше	5	25 %	Significant improvement, recovery of balance and movement control
No changes	0	0	No change

The obtained data indicate that there is a synchronous development of functional indicators in different planes of movement, which confirms the effectiveness of the implemented physical therapy program. The changes revealed indicate a significant improvement in balance control, step symmetry and coordination skills in most patients, which creates the prerequisites for a safe return to everyday and official activity of military personnel after ankle-foot injuries.

The rehabilitation program with the use of physical therapy tools has confirmed its effectiveness in restoring mobility, muscle strength and functional mobility of the lower limb. Early activation, gradual dosage of the load and performance of exercises in a closed kinematic chain contributed to a stable improvement in the studied indicators and a reduction in the risk of falls after removal of immobilization.

The results obtained are consistent with the data of systematic reviews, which indicate that early mobilization after stabilization of fractures in the supratolar joint significantly improves the amplitude of movements without increasing the risk of complications [1, 12], and early dosed loading accelerates the return of patients to active life [3].

Discussion of results. According to the results of the assessment of the strength of the muscles that provide foot flexion, 75% of patients showed an improvement in func-

tional capabilities, 20% - stabilization of indicators, and 5% (1 patient) did not observe significant changes. Most often, the strength increased by 1 point (55%), which corresponds to the transition from a moderate decrease to a satisfactory level of functional activity.

The dynamics of the strength indicators of the foot extensors also indicate positive changes in 65% of patients, while the remaining (35%) showed preservation of the initial level without negative trends. Deterioration of strength was not observed in any case. The average value of muscle strength increased by 0.9 points, which is about 25% of the initial level.

Such dynamics of goniometry and MMT indicators confirm the effectiveness of the physical therapy program aimed at improving the biomechanical characteristics of the supracalcaneal joint.

Functional mobility is an important marker of the risk of falls and the level of independence in daily activities. The "Get Up and Go" test was performed to determine it. After completing the inpatient rehabilitation phase, all patients (n = 20) had a reduction in test time, indicating a decrease in the risk of falls and improvement in functional mobility. The most common improvement was 3–4 s (50% of patients), which confirms the effectiveness of the program for restoring coordination, balance, and strength of the lower extremities. The results obtained have high statistical reliability (p < 0.001) and clinical significance

and are consistent with the data of studies indicating that the “Get Up and Go” test is a sensitive tool for predicting functional recovery after lower limb injuries [15].

Conclusions. As a result of the rehabilitation course, 95% of patients showed an improvement in the amplitude of flexion movements in the supracalcaneal-tibial joint. In most of them (40%), the increase was 6–10°, and in another 25% - more than 10°, which indicates a significant restoration of functional mobility. Only in one patient (5%) the indicators remained unchanged; no cases of decreased mobility were detected.

An improvement in the amplitude of extension in the supracalcaneal-tibial joint was also noted: the average increase was 9.05° (approximately 53.7% of the initial level). In 75% of patients, an increase in the amplitude by more than 10° was observed, which indicates a significant improvement in the functional mobility of the ankle-foot complex.

Thus, the positive dynamics among the majority of patients confirms that the implemented physical therapy program contributed to the improvement of foot support and stabilization of movements during walking. The obtained results are consistent with the concept of gradual restoration of the musculoskeletal system after lower limb injuries, according to which the consistent restoration of

mobility, strength and coordination is a key criterion for the effectiveness of rehabilitation intervention.

The prospects for further scientific research include rehabilitation monitoring of patients for 6–12 months after the end of the inpatient phase in order to determine the stability of the results obtained and identify factors affecting the preservation of functional mobility.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest regarding this study, including financial, personal, authorship, or other, which could affect the study and its results presented in this article

Funding. The study was conducted without financial support.

Acknowledgements. To the patients who participated in the study and colleagues of the multidisciplinary team for their assistance in implementing individual rehabilitation programs.

Author contributions: O.Ya. Andriichuk a) conception and design; M.S. Navrotska c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpretation of results; O.V. Usova f) writing of the manuscript; b) administrative support; Yu.B. Arieshina g) editing of the manuscript;

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

- Chen, B., Ye, Z., Wu, J., Wang, G., & Yu, T. (2025). Early weight-bearing after ankle fracture surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20, 785. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06216-x>
- Dandash, H., Pidkopai, D., Litovchenko, V., Garyachiy, E., & Sharbel', Y. (2018). Use of program of the physical rehabilitation of the injured in consequences of the mine-blast trauma of lower limb on the polyclinic stage. *ScienceRise: Medical Science*, (1 (21), 19–24. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2018.122200>
- Dehghan, N., McKee, M. D., Jenkinson, R. J., Schemitsch, E. H., Stas, V., Nauth, A., Hall, J. A., Stephen, D. J., & Kreder, H. J. (2016). Early weight-bearing and range of motion versus non-weight-bearing and immobilization after open reduction and internal fixation of unstable ankle fractures: A randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 30(7), 345–352. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000572>
- Gaida, I. M., Badyuk, M. I., & Sushko, Y. I. (2018). Peculiarities of structure and current of modern combat trauma among servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Pathologia*, 15(1). <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2018.1.129329>
- Hoyt, B. W., Pavey, G. J., Pasquina, P. F., & Potter, B. K. (2015). Rehabilitation of lower extremity trauma: A review of principles and military perspective on future directions. *Current Trauma Reports*, 1, 123–131. <https://doi.org/10.1007/s40719-014-0004-5>
- Keene, D. J., Mistry, D., McArthur, P., et al. (2019). Predicting patient-reported and objectively measured functional outcome 6 months after ankle fracture in people aged 60 years or over: Prognostic model development and internal validation. *BMJ Open*, 9(7), e029813. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029813>
- Komarov, R. A., & Pustovoit, B. A. (2020). Fizychna terapiia pry perelomakh kistok homilkovostopnoho suhlobu na poliklinichnomu etapi [Physical therapy for ankle fractures at the outpatient stage]. *Fizychna reabilitatsiia ta rekreatsiino-ozdorovchi tekhnologii*, 5(1), 58–64. [https://doi.org/10.15391/pr-rht.2020-5\(1\).08](https://doi.org/10.15391/pr-rht.2020-5(1).08)
- Matthews, P. A., Scammell, B. E., Coughlin, T. A., Nightingale, J., & Ollivere, B. J. (2024). Early Motion and Directed Exercise (EMADE) following ankle fracture fixation: A pragmatic randomized controlled trial. *The Bone & Joint Journal*, 106-B(9), 949–956. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.106b9.bjj-2023-1433.r1>
- Puchyna, O. V., Zadorozhna-Kniahnytska, L. V., Cherepekhina, O. A., Netebeba, M. M., & Hershmanov, A. M. (2025). Osoblyvosti kompleksnoi reabilitatsii veteraniiv viiny [Features of complex rehabilitation of war veterans]. *Klinichna ta profilaktychna medytsyna*, (3), 91–95. <https://doi.org/10.31612/2616-4868.3.2025.12>
- Ramadi, A., Beaupre, L. A., Heinrichs, L., & Pedersen, M. E. (2022). Recovery and Return to Activity 1 Year After Ankle Fracture Managed With Open Reduction and Internal Fixation: A Prospective Longitudinal Cohort Study. *Foot & ankle or-*

- thopaedics, 7(2), 24730114221091806. <https://doi.org/10.1177/24730114221091806>
12. Shimizu, Y., Tsutsui, S., & Katoh, M. (2023). Examination and reliability of measuring muscle strength of ankle plantar flexion with knee extended. *Journal of physical therapy science*, 35(9), 619–623. <https://doi.org/10.1589/jpts.35.619>
13. Smeeing, D. P. J., Houwert, R. M., Briet, J. P., Groenwold, R. H. H., Lansink, K. W. W., Leenen, L. P. H., & van Heijl, M. (2020). Weight-bearing or non-weight-bearing after surgical treatment of ankle fractures: A multicenter randomized controlled trial. *European Journal of Trauma & Emergency Surgery*, 46(1), 121–130. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-1016-6>
14. Smits, I., Heil, S., van de Krol, E., Edwards, M., Priest-terbach, A., Stirlor, V., & Koenders, N. (2024). Rehabilitation outcome of a severe combat blast injury: A case report. *European Journal of Physiotherapy*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/21679169.2024.2395325>
15. Tong, J., Ajrawat, P., Chahal, J., Daud, A., Whelan, D. B., Nauth, A., Dehghan, N., & Hoit, G. (2024). Early Versus Delayed Weight Bearing and Mobilization After Ankle Fracture Fixation Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Orthopedics*, 47(2), 71–78. <https://doi.org/10.3928/01477447-20230804-08>
16. Yeung, T. S. M. (2008). The Timed Up & Go Test for use on an inpatient rehabilitation unit. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(5), 410–417. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2657>

УДК 616-089.844+616-001+614.83+616-036.82+616.758

ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ МОБІЛЬНОСТІ ПІСЛЯ МІННО-ВИБУХОВИХ ТРАВМ НИЖНІХ КІНЦІВОК: РЕЗУЛЬТАТИ РЕАБІЛІТАЦІЇ НА СТАЦІОНАРНОМУ ЕТАПІ

М. С. Навроцька*, О. Я. Андрійчук, О. В. Усова, Ю. Б. Арешина

Волинський національний університет імені Лесі Українки, кафедра фізичної терапії та ерготерапії, м. Луцьк, Україна

ORCID: [0009-0003-9698-8147](https://orcid.org/0009-0003-9698-8147), e-mail: marananavrocka@gmail.com

ORCID: [0000-0003-4415-4696](https://orcid.org/0000-0003-4415-4696), e-mail: andrijchuk.olga@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0002-6227-0597](https://orcid.org/0000-0002-6227-0597), e-mail: usova.oksana@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0001-6375-465X](https://orcid.org/0000-0001-6375-465X), e-mail: julia.opheart@gmail.com

**Кореспондуючий автор*: М.С. Навроцька, e-mail: marananavrocka@gmail.com

Резюме. Мінно-вибухова травма є складним поєднанням ушкоджень, спричинених дією декількох уражальних факторів вибуху. В умовах війни в Україні кількість пацієнтів із такими травмами значно зросла, що актуалізує потребу вдосконалення підходів до їхньої фізичної реабілітації. Найчастіше ураження стосуються нижніх кінцівок, особливо надп'ятково-гомількового суглоба, що зумовлює тривалі порушення опороздатності та мобільності.

Мета дослідження. Оцінити динаміку показників функціональної мобільності та рухової активності пацієнтів із МВТ нижніх кінцівок під впливом програми реабілітації на стаціонарному етапі.

Методи. У дослідженні брали участь 20 військовослужбовців чоловічої статі віком $33,15 \pm 1,56$ року з переломами надп'ятково-гомількового суглоба внаслідок МВТ. Реабілітаційна програма включала засоби фізичної терапії, спрямовані на відновлення амплітуди рухів, сили м'язів і функціональної мобільності. Оцінювання проводили за допомогою гоніометрії, мануального м'язового тесту (ММТ) та тесту «Встань і йди» (Timed Up and Go Test). Статистичний аналіз здійснювали методами варіаційної статистики, із використанням критерію Шапіро-Уїлка та кореляційного аналізу Пірсона.

Результати. Після реалізації програми фізичної терапії у 95 % пацієнтів відзначено покращення амплітуди згинання у надп'ятково-гомільковому суглобі (середній приріст — $8,3^\circ$). Розгинальні рухи збільшилися у всіх обстежених (приріст — $9,95^\circ$). Сила м'язів, що забезпечують згинання, зросла на 1,05 балів ($p < 0,001$), а розгинання — на 0,8 балів. Кореляційний аналіз показав тісний прямий зв'язок між амплітудою рухів і м'язовою силою ($r = 0,77 - 0,94$). За тестом «Встань і йди» середній час виконання скоротився з $12,8 \pm 1,99$ с до $9,95 \pm 2,04$ с ($p < 0,001$), що свідчить про достовірне покращення функціональної мобільності та зниження ризику падіння.

Висновки. У результаті проведеного курсу реабілітації у 95 % пацієнтів спостерігалось покращення амплітуди згинальних рухів у надп'ятково-гомільковому суглобі. У більшості з них (40 %) приріст становив $6 - 10^\circ$, ще у 25 % — понад 10° , що вказує на суттєве відновлення функціональної рухливості. Лише в одного пацієнта (5 %) показники залишилися без змін; випадків зниження рухливості не виявлено.

Також відзначено покращення амплітуди розгинання у надп'яtkово-гомiлковому суглобі: середній приріст становив $9,05^\circ$ (приблизно 53,7 % від вихідного рівня). У 75 % пацієнтів спостерігалось збільшення амплітуди більш ніж на 10° , що свідчить про значне покращення функціональної рухливості гомiлково-ступневого комплексу.

Таким чином, позитивна динаміка серед більшості пацієнтів підтверджує, що реалізована програма фізичної терапії сприяла покращенню опори стопи та стабілізації рухів під час ходьби. Отримані результати узгоджуються з концепцією поступового відновлення опорно-рухового апарату після травм нижніх кінцівок, згідно з якою послідовне відновлення мобільності, сили та координації є ключовим критерієм ефективності реабілітаційного втручання.

Така комбінація змін відповідає логіці поетапного відновлення: відновлюється локальна функція суглоба і сила м'язів, що відображаються на інтегрованих параметрах швидкості й упевненості ходьби.

Ключові слова: мінно-вибухова травма, реабілітація, надп'яtkово-гомiлковий суглоб, гоніометрія, м'язова сила, функціональна мобільність, тест «Встань і йди».

Стаття надійшла в редакцію 06.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.34

UDC 615.83+616.728.3

APPLICATION OF PHYSICAL THERAPY FOR MENISCAL INJURYV. I. Nieonica^{1*}, I. K. Churpiy¹, M. V. Zelinska¹, I. M. Blaida²¹Ivano-Frankivsk National Medical University, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Ivano-Frankivsk, Ukraine²Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytsky, Department of Rehabilitation and Human Health, Lviv, UkraineORCID ID: [0009-0000-5622-1644](https://orcid.org/0009-0000-5622-1644), e-mail: neonicavitalina@gmail.comORCID ID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.comORCID ID: [0009-0008-8623-4743](https://orcid.org/0009-0008-8623-4743), e-mail: mzelinska@ifnmu.edu.uaORCID ID: [0009-0000-7302-102X](https://orcid.org/0009-0000-7302-102X), e-mail: ivankabogdan@gmail.com* **Corresponding author:** V.I. Nieonica, email: neonicavitalina@gmail.com

Abstract. The meniscus is an important part of the knee joint. The crescent-shaped soft tissue structure plays a major role in providing significant stability, cushioning, and lubrication of the joint.

In general, meniscus damage is one of the most common knee joint injuries, the relevance of which is significantly increasing in the conditions of modern military operations.

Meniscus surgery is a common surgical intervention aimed at restoring the function of the knee joint after injury. However, the operation itself is not the end of treatment. The effectiveness of the postoperative recovery period is determined by the complexity and structure of the physical therapy program aimed at gradually restoring the patient's functional capacity.

The purpose of the work is to create and conduct a rehabilitation program in patients after mine-blast injuries to restore the full range of motion in the knee joint, strengthen the muscles that support the knee, and facilitate a return to daily activities and thereby improve the patient's quality of life.

The physical therapy program is usually divided into several stages, each with its own goals and exercises:

1. Early postoperative period (1-2 weeks). Reduction of pain and swelling: application of cold, compression bandage. Restoration of basic range of motion: passive and active-assisted movements of knee flexion and extension within the pain-free range. Muscle activation: light isometric exercises for the quadriceps and hamstrings. Crutching: learning how to use crutches correctly to reduce the load on the operated leg.

2. The next stage of recovery was 3-6 weeks. Further increase in range of motion: Active exercises for knee flexion and extension. Beginning of muscle strengthening: light resistance exercises such as straight leg raises, short squats, standing calf raises. Improving balance and proprioception: exercises on unstable surfaces, standing on one leg (with support). Gradual increase in load: transition to walking without crutches or with one crutch.

3. Late recovery stage from 6 weeks and more. Full restoration of the range of motion: achieving full amplitude of knee flexion and extension. Intensive muscle strengthening: exercises with progressive resistance, use of simulators. Improving coordination and agility: more complex exercises for balance and proprioception. Functional exercises: imitation of movements necessary for daily activities, work or sports (climbing stairs, jumping, running).

Conclusions. Early use of physical rehabilitation tools and methods in the recovery of patients with traumatic knee joint injury after arthroscopic meniscectomy restores the amplitude of knee joint movements and prevents complications.

Correct implementation of an individual rehabilitation program and professional actions of a multidisciplinary team are an important component in the rehabilitation treatment of a patient with a traumatic knee meniscus injury.

Keywords: physical therapy, meniscus injury, rehabilitation program, mine-explosive injuries with meniscus damage, international classification of functioning, rehabilitation.

Introduction. The meniscus is an important part of the knee joint. This crescent-shaped soft tissue structure plays a major role in providing significant stability, cushioning, and lubrication to the joint.

The meniscus consists of two cartilage plates (medial and lateral) that help stabilize the knee joint, ensuring its

smooth functioning [1, 2].

Meniscal injuries are one of the most common injuries to the knee joint. Their incidence can vary depending on age, gender, and level of physical activity. Meniscal injuries are injuries to the cartilage tissue located in the knee joint that acts as a shock absorber between the femur and

tibia and affects the stability and functionality of the knee joint. Today, it is common for military personnel with lower limb injuries to also have injuries to the knee joint with the meniscus [3].

In general, the problem of meniscus injuries remains one of the most urgent in modern medicine, especially in the context of the increase in cases of combat trauma. Meniscus surgery is a common surgical intervention aimed at restoring the function of the knee joint after injury. However, surgery itself is not the end of treatment. A carefully planned and implemented physical therapy program plays a key role in returning to a full life [3, 4]. The rehabilitation program usually includes exercises to strengthen the muscles, improve mobility, and restore normal knee function. The duration of the rehabilitation period can vary from several weeks to several months, depending on the complexity of the operation and the individual characteristics of the patient [5, 6].

Research rationale. The inpatient stage of treatment and rehabilitation for meniscus damage is aimed at ensuring proper restoration of joint functions. An important component of this stage is constant clinical observation of the patient and periodic monitoring of the condition of the damaged joint in order to timely identify possible complications and eliminate them. The maximum level of recovery can be achieved only under the conditions of a multi-disciplinary approach and consistency in the provision of rehabilitation care [7].

The purpose of the work is to create an effective physical therapy program for patients after mine-explosive injuries of the lower limb with an emphasis on restoring knee joint mobility, stabilizing the musculoskeletal system and restoring functional independence.

Materials and methods. We examined and rehabilitated 6 servicemen who, after a mine-explosive injury, received damage to the meniscus in the knee joint. All patients underwent arthroscopic meniscectomy, and in the postoperative period underwent a rehabilitation course at the Lysetsk Hospital. Patients were hospitalized for 6-10 days after surgery. The patients were aged from 34 to 46 years.

The first stage of the work involved a systematic review of literature sources to determine the main causes and types of meniscus injuries, as well as an analysis of existing rehabilitation methods after surgical intervention on the knee joint.

During the analysis of the literature, special attention was paid to physical rehabilitation in military personnel. Pain was assessed using a visual analog scale (VAS), which allowed the physical therapist to track the dynamics and evaluate the effectiveness of the rehabilitation intervention [8, 9, 10].

Patient examination is one of the key stages of physical rehabilitation, as it is the foundation for the work of a physical therapist. This provides an opportunity to obtain objective data on the patient's condition and to find out what functions are currently lost.

Goniometry is used to measure movements (flexion and extension) in the knee joint.

Muscle strength testing using the MMT method is simple in technical terms and does not require significant time. One of the main methods for quantifying muscle strength in this study was the Lovett scale, which is characterized by high clinical informativeness [11].

According to the recommendations of the World Health Organization and regulatory documents of the Ukrainian healthcare system, the rehabilitation process should be carried out on the basis of the International Classification of Functioning (ICF). It is used to assess the structures and functions of the body, the patient's activity and participation in society. The ICF allows you to formulate a rehabilitation diagnosis, determine the goal and objectives of rehabilitation, develop an individual plan and assess the effectiveness of the intervention [12, 13].

Rehabilitation diagnosis is described using ICF codes that cover four levels of impairment: structures, functions, activities and participation, and environmental factors.

ICF core codes for impairment of function related to meniscus injury: b7100 - Mobility of one joint (knee); b7603 - Support functions of the leg; b28015 - Pain in the knee joint.

ICF core codes for body structures related to calcaneal fracture:

s7501 - Structures of the knee joint; s75010 - Bones of the knee joint (femur, tibia); s75011 - Menisci; s75012 - Ligaments of the knee (anterior/posterior cruciate, lateral).

ICF core codes for activity and participation in individuals with calcaneal fracture: d4500 - Walking short distances; d4501 - walking long distances; d4502 - walking on different surfaces; d4552 - running; d4600 - moving around the house.

ICF codes related to injuries of the meniscus of the knee joint and fractures of the calcaneo-tibial joint are given in table 1.

Results and Discussion. All patients had knee pain, swelling, and limited range of motion after surgery. The muscles around the knee weakened, affecting stability and function of the entire lower extremity.

The rehabilitation program was designed to address these issues and ensure optimal recovery. Its main goals included:

Reducing pain and swelling. Specific techniques and exercises help control pain and reduce postoperative swelling.

Restoring full range of motion. Progressive knee extension and flexion exercises help restore full range of motion.

Strengthening muscles. Exercises are designed to restore strength in the quadriceps, hamstrings, calf muscles, and other muscles that support the knee joint.

Improving knee stability. Strengthening the muscles and restoring proprioception (the sense of the body's position in space) contribute to the stability of the knee joint and prevent re-injury.

Table 1

ICF codes associated with supratolar ankle injuries

ICF		
Functions	b28015	Lower extremity pain
	b7100	Mobility of a single joint (knee)
	b7301	Muscle strength of the lower extremity
	b7400	Endurance of individual muscles (thigh muscles)
	b7602	Control of knee joint movements
	b28015	Knee joint pain
Structures	s7501	Structures of the knee joint
	s75010	Knee bones (femur, tibia)
	s75011	Meniscapsular apparatus
	s75012	Knee ligaments
Activities/ Participation	d4500	Walking short distance
	d4501	Walking long distance
	d4552	Running
	d4502	Walking on different surfaces
	d4600	Moving around the house

Return to daily activities. Physical therapy is designed to gradually prepare the patient to return to their usual level of activity.

Physical therapy is an indispensable component of the recovery process after meniscus surgery. Thanks to correctly selected exercises and hard work, the patient can achieve full restoration of knee joint function, return to an active lifestyle and avoid possible complications.

The main stages of physical therapy after meniscus surgery:

The physical therapy program is usually divided into several stages, each of which has its own goals and exercises:

1. Early postoperative period (1-2 weeks). Reduction of pain and swelling: application of cold, compression bandage. Restoring basic range of motion: passive and active-assisted knee flexion and extension within a pain-free range. Muscle activation: light isometric exercises for the quadriceps and hamstrings. Crutching: learning how to use crutches correctly to reduce the load on the operated leg.

2. The next phase of recovery was 3-6 weeks. Further increase in range of motion: Active knee flexion and extension exercises. Beginning of muscle strengthening: light resistance exercises such as straight leg raises, short squats, standing calf raises. Improving balance and proprioception: exercises on unstable surfaces, standing on one leg (with support). Gradual increase in load: transition to walking without crutches or with one crutch.

3. Late recovery phase of 6 weeks or more. Full range of motion: achieving full range of knee flexion and extension. Intensive muscle strengthening: progressive resistance exercises, use of weight machines. Coordination and agility improvement: more complex balance and proprioception exercises. Functional exercises: simulating movements required for daily activities, work, or sports (stair climbing, jumping, running).

Exercises that were included in the physical therapy program:

- straight leg raises: strengthening the quadriceps

muscle of the thigh.

- short squats: strengthening the thigh and gluteal muscles.

- standing or lying leg curls: strengthening the muscles of the back of the thigh.

- toe raises: strengthening the calf muscles.

- exercise bike: restoring movement and strengthening the muscles without significant load on the joint.

- exercises on a balance board or cushion: improving proprioception and stability.

- lateral steps with an elastic band: strengthening the muscles that abduct the thigh.

An important aspect of the physical therapy program was an individual approach, regularity and perseverance, communication with the patient and in the team.

This stage is based on the full restoration of the knee joint. Balance exercises on a Bosu board, neurocognitive training, proprioceptive board exercises, hamstring-supported leg curls in the form of a heel, followed by Scandinavian leg curls with patient-tolerable variations, and lateral walking with squats using a gray resistance belt were performed in 3 sets of 30 repetitions, single-leg squats in 1 set of 30 repetitions, as well as retraining in running, jumping, twisting, and turning. We also add the use of mechanotherapy to kinesiotherapy.

Conclusions. Early use of physical rehabilitation tools and methods in the recovery of patients with traumatic knee joint damage after arthroscopic meniscectomy restores the amplitude of knee joint movements and prevents complications.

Proper implementation of an individual rehabilitation program and professional actions of a multidisciplinary team are an important component in the rehabilitation treatment of a patient with a knee meniscus injury.

Conflict of interest. Authors declare their absence conflict interests The prospects for further research are to practically determine the impact of the developed physical therapy program on the indicators of the functioning of the pelvic floor muscles in women who have undergone

cesarean section.

Financing. The study was conducted without financial support.

Author contributions: V.I. Neonica a) conception and design; c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpreta-

tion of results; f) writing of the manuscript; I.K. Churpiy b) administrative support; M.V. Zelinska g) editing of the manuscript.

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

- O'Connor D, Johnston RV, Brignardello-Petersen R, Poolman RW, Cyril S, Vandvik PO, Buchbinder R (2022) Arthroscopic surgery for degenerative knee disease (osteoarthritis including degenerative meniscal tears) DOI: [10.1002/14651858.CD014328](https://doi.org/10.1002/14651858.CD014328)
- Kim JS, Lee MK, Choi MY, Kong DH, Ha JK, Kim JG, Chung KS. (2022) Rehabilitation after repair of medial meniscus posterior root tears: a systematic review of the literature DOI: [10.4055/cios21231](https://doi.org/10.4055/cios21231)
- Pujol N, Giordano AO, Wong SE, Beauflis P, Monllau JC, Arhos EK, Becker R, Della Villa F, Brett Goodloe J, Irrgang JJ, Klugarova J, Klosterman EL, Królikowska A, Krych AJ, LaPrade RF, Manske R, van Melick N, Monson JK, Ostojic M, Paterno MV, Piontek T, Perelli S, Rambaud A, Robinson J, Schmitt LC, Senorski EH, Snaebjornsson T, Tagliero AJ, Benjamin Ma C, Prill R. (2024) Consensus: An ESSKA-AOSSM-AASPT initiative. Part I-Rehabilitation management after meniscus surgery (meniscectomy, repair and reconstruction) DOI: [10.1002/ksa.12674](https://doi.org/10.1002/ksa.12674)
- [M Rotini, G Papalia, N Setaro, P Luciani, M Marinelli, N Specchia, A Gigante](#) (2023) Arthroscopic surgery or exercise therapy for degenerative meniscal lesions: a systematic review of systematic reviews DOI: [10.1007/s12306-022-00760-z](https://doi.org/10.1007/s12306-022-00760-z)
- Smits I, Heil S, van de Krol E, Edwards M, Priesterbach A, Stirlor V, & Koenders N. (2024). Rehabilitation outcome of a severe combat blast injury: A case report. *European Journal of Physiotherapy*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/21679169.2024.2395325>
- O'Donnell K, Freedman KB, Tjoumakaris FP. (2017) [Rehabilitation Protocols After Isolated Meniscal Repair: A Systematic Review](#). DOI: [10.1177/0363546516667578](https://doi.org/10.1177/0363546516667578)
- Kuravska YS, Aravitska MG, Churpiy IK, Zelinska MV. (2025). Effectiveness of recovery of the psycho-emotional and physical status of women who have suffered a caesarean section. *International Medical Herald*, 17 – 21. [dhttps://doi.org/10.64108/imh.2025.1.1.17](https://doi.org/10.64108/imh.2025.1.1.17)
- Calanna F, Duthon V, Menetrey (2022) J. Rehabilitation and return to sports after isolated meniscal repairs: a new evidence-based protocol DOI: [10.1186/s40634-022-00521-8](https://doi.org/10.1186/s40634-022-00521-8)
- Mameri ES, Jackson GR, Gonzalez F, Kaplan DJ, Jawanda H, Batra A, Khan ZA, Chahla J. (2023) Meniscus Radial Tears: Current Concepts on Management and Repair Techniques DOI: [10.1007/s12178-023-09831-5](https://doi.org/10.1007/s12178-023-09831-5)
- Monson JK, Tollefson LV, LaPrade CM, LaPrade RF. (2025) Current Rehabilitation Principles Following Meniscus Repairs DOI: [10.1007/s12178-025-09967-6](https://doi.org/10.1007/s12178-025-09967-6)
- Cong T, Reddy RP, Hall AJ, Ernazarov A, Gladstone J. (2024) Current Practices for Rehabilitation After Meniscus Repair: A Survey of Members of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine DOI: [10.1177/23259671231226134](https://doi.org/10.1177/23259671231226134)
- Tamura M, Furumatsu T, Yokoyama Y, Okazaki Y, Kawada K, Ozaki T. (2024) Fast rehabilitation does not worsen clinical, radiological, and arthroscopic outcomes after medial meniscus posterior root repair: A retrospective comparative study DOI: [10.1016/j.asmart.2024.09.003](https://doi.org/10.1016/j.asmart.2024.09.003)
- Kuravska YS, Aravitska MG, Churpiy IK, Kravchuk MI, & Hodlevska NA. (2024). Features of the physiology of the postpartum period after caesarean section. *Art of Medicine*, 278–281. <https://doi.org/10.21802/artm.2024.1.29.278>

УДК 615.83+616.728.3

ЗАСТОСУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННІ МЕНІСКА

В. І. Неоніца^{1*}, І. К. Чурпій¹, М. В. Зелінська¹, І. М. Блайца²

¹Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фізичної терапії та ерготерапії, м. Івано-Франківськ, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького, кафедра реабілітації та здоров'я людини, м. Львів, Україна

ORCID ID: [0009-0000-5622-1644](https://orcid.org/0009-0000-5622-1644), e-mail: neonicavitalina@gmail.com

ORCID ID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.com

ORCID ID: [0009-0008-8623-4743](https://orcid.org/0009-0008-8623-4743), e-mail: mzelinska@ifnmu.edu.ua

ORCID ID: [0009-0000-7302-102X](https://orcid.org/0009-0000-7302-102X), e-mail: ivankabogdan@gmail.com

*Кореспондуючі автори: email: В.І. Неоніца, e-mail: neonicavitalina@gmail.com

Резюме. Меніск є важливою частиною колінного суглоба. Серпоподібна структура м'яких тканин відіграє основну роль у забезпеченні значної стабільності, амортизації та зм'якшення суглоба.

Загалом, пошкодження меніска належить до найчастіших травм колінного суглоба, актуальність яких істотно зростає в умовах сучасних воєнних дій.

Операція на меніску є поширеним хірургічним втручанням, спрямованим на відновлення функції колінного суглоба після травми. Однак, сама по собі операція не є завершенням лікування. Ефективність відновлення післяопераційного періоду визначається комплексністю та структурованістю програми фізичної терапії, спрямованої на поступове відновлення функціональної спроможності пацієнта.

Мета роботи – створення і проведення реабілітаційної програми у пацієнтів після мінно-вибухових травм для відновлення повного обсягу рухів у колінному суглобі, зміцнення м'язів, що підтримують коліно, та сприяння поверненню до повсякденної діяльності і тим самим покращення якості життя пацієнта.

Програма фізичної терапії зазвичай поділяється на кілька етапів, кожен з яких має свої цілі та вправи:

1. Ранній післяопераційний період (1-2 тижні). Зменшення болю та набряку: застосування холоду, накладання компресійної пов'язки. Відновлення базового діапазону рухів: пасивні та активно-допоміжні рухи на згинання та розгинання коліна в межах безболісної амплітуди. Активізація м'язів: легкі ізометричні вправи для чотириголового м'яза стегна та м'язів задньої поверхні стегна. Пересування за допомогою милиць: навчання правильному використанню милиць для зменшення навантаження на прооперовану ногу.

2. Наступний етап відновлення складає 3-6 тижнів. Подальше збільшення діапазону рухів: Активні вправи на згинання та розгинання коліна. Початок зміцнення м'язів: вправи з невеликим опором, такі як підйоми прямої ноги, короткі присідання, згинання гомілки стоячи. Покращення балансу та пропріоцепції: вправи на нестійких поверхнях, стояння на одній нозі (з підтримкою). Поступове збільшення навантаження: перехід до ходьби без милиць або з однією милицею.

3. Пізній етап відновлення від 6 тижнів і більше. Повне відновлення обсягу рухів: досягнення повної амплітуди згинання та розгинання коліна. Інтенсивне зміцнення м'язів: вправи з прогресуючим опором, використання тренажерів. Покращення координації та спритності: більш складні вправи на баланс та пропріоцепцію. Функціональні вправи: імітація рухів, необхідних для повсякденної діяльності, роботи або спорту (підйоми по сходах, стрибки, біг).

Висновки. Раннє застосування засобів і методів фізичної реабілітації у відновленні пацієнтів із травматичним пошкодженням колінного суглоба, після артроскопічної менісектомії відновлює амплітуду рухів колінного суглоба та запобігає уникненню ускладнень.

Правильне виконання індивідуальної програми реабілітації та професійні дії мультидисциплінарної команди є важливим складовим у відновному лікуванні пацієнта із травмою пошкодження меніска колінного суглоба.

Ключові слова: фізична терапія, травма меніска, реабілітаційна програма, мінно-вибухові травми з пошкодженням меніска, міжнародна класифікація функціонування, реабілітація.

Стаття надійшла в редакцію 19.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.39

УДК 616.314-085+616.31-002+613.95+616.314-77

ЛІКУВАННЯ СТОМАТИТУ У ДІТЕЙ ПРИ КОРЕКЦІЇ ЗУБНОГО РЯДУ ОРТОДОНТИЧНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ

Р. Я. Романюк^{1*}, Н. О. Гевкалюк²¹ДВНЗ «Буковинський державний медичний університет», кафедра дитячої стоматології, м. Чернівці, Україна²ДВНЗ «Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського», м. Тернопіль, УкраїнаORCID: [0009-0000-0978-361X](https://orcid.org/0009-0000-0978-361X), e-mail: r.r.stomat@gmail.comORCID: [0000-0002-7718-4616](https://orcid.org/0000-0002-7718-4616), e-mail: gevkaljuk@tdmu.edu.ua*Кореспондуючі автори: Р.Я. Романюк, e-mail: r.r.stomat@gmail.com

Резюме. У середньому 65% пацієнтів, які звернулися за ортодонтичною допомогою, потребують користування незнімними ортодонтичними конструкціями. Достатньо добре вивчено їх негативний вплив не тільки на емаль зубів, але й на слизову оболонку порожнини рота, що відбувається в основному, за рахунок незадовільної гігієни рота.

У праці проведено дослідження над авторським гелем «хлоргексидин із метростомхітгіал» в умовах *in vitro* та доведено його антибактеріальну та антигрибкову активність.

Мета роботи: вивчити антимікробну та протигрибкову активність авторського гелю у пацієнтів із стоматитом при користуванні незнімними ортодонтичними конструкціями.

Матеріал і методи дослідження. Для дослідження антибактеріальних властивостей авторського гелю «хлоргексидин із метростомхітгіал» в ролі тест-культур використані найбільш поширені штами мікроорганізмів, які контамінують ротову порожнину хворих із запальними захворюваннями: *S. aureus*, *S. pyogenes*, *E. coli*, *C. albicans*. У дослідження було включено 120 осіб, які звернулися з приводу скученості зубів на одній або обох щелепах, віком від 14 до 16 років. Усі пацієнти підлягали ортодонтичному лікуванню брекет-системами і були поділені на три групи: група 1 – пацієнти, які мають клінічні ознаки кандидозу слизової оболонки ротової порожнини, підтвердженого мікробіологічно – 58 осіб; група 2 – пацієнти, які мають гострі та хронічні ушкодження слизової оболонки, без ознак кандидозу – 17 осіб; група 3 (контрольна) – пацієнти, які не мають змін слизової оболонки – 45 осіб. Ефективність проведеного лікування оцінювали за такими параметрами: 1) наявність клінічних ознак кандидозу до і після лікування; 2) результати мікробіологічного дослідження слизової оболонки на наявність грибів роду *Candida*; 3) суб'єктивні відчуття пацієнта під час використання запропонованих схем лікування. Використовували кількісний спосіб виявлення обсіменіння мікрофлорою за визначеним алгоритмом.

Результати. Результати проведеного дослідження дозволяють підтвердити позитивний вплив застосування 0,6% авторського гелю «хлоргексидин із метростомхітгіал» на низку клініко-лабораторних показників стану ротової порожнини у пацієнтів, які користуються незнімними ортодонтичними конструкціями, а саме: покращення гігієнічного стану ротової порожнини та незнімних конструкцій, значне зменшення поширеності та вираженості запалення ясен в ділянці причинних зубів, прискорення регенерації епітелію слизової оболонки та збереження початкового рівня її кровопостачання (індекс Мюллемана–Заксера), збереження якісного та кількісного складу нормальної мікрофлори порожнини рота. Сукупність цих позитивних ефектів у поєднанні з клінічними проявами дії 0,6% «хлоргексидин із метростомхітгіал» призвело до значного прискорення процесу адаптації дітей до незнімних ортодонтичних конструкцій у поєднанні з меншою поширеністю основних скарг, що супроводжують процес ортодонтичного лікування.

Одержані дані свідчать про пригнічення росту різних видів мікроорганізмів, що залежить від дозування, тобто використання різної концентрації авторського гелю «хлоргексидин із метростомхітгіал» – у межах від 0,001 до 0,06 мг.

Висновки. Встановлено інгібуючий вплив авторського гелю «хлоргексидин із метростомхітгіал» на ріст золотистого стафілокока, піогенного стрептокока, кишкової палички та грибів роду *Candida*. Антимікробний та антигрибковий ефект гелю залежить від дози ХГ+МСХГ і терміну його дії.

Ключові слова: стоматит у дітей, незнімні ортодонтичні конструкції, корекція зубного ряду, гель хлоргексидин із метростомхітгіал NBF Gingival Gel, гриби роду *Candida*, індекс Мюллемана–Заксера, брекет-системи.

Вступ. Однією з найбільш актуальних проблем ортодонтичної стоматології є корекція дефектів зубних рядів знімними зубними пластинчастими конструкціями [2, 6]. Сучасні досягнення стоматології дозволяють все більше розвивати зубне протезування як раціональну процедуру, що забезпечує відновлення втраченої функції. Незважаючи на безперервний розвиток та удосконалення методів лікування і технологій, які застосовують в ортодонтії, необхідність пацієнтів в ортопедичній та ортодонтичній допомозі за останні роки поступово і невинно зростає [6]. При цьому частка знімних зубних пластинчастих конструкцій щодо загального об'єму виготовлених ортодонтичних конструкцій також збільшується. Це обумовлено різними факторами: високою розповсюдженістю патології зубних рядів, захворюваннями пародонту, постійним збільшенням кількості конструктивних матеріалів та нових компонентів у них, зміною реактивності організму людини тощо. У середньому 65% пацієнтів, які звернулися за ортодонтичною допомогою, потребують користування незнімними ортодонтичними конструкціями. Достатньо добре вивчено їх негативний вплив не тільки на емаль зубів, але й на слизову оболонку протезного ложа, яка не пристосована до сприйняття жувального тиску. Комплекс порушень, які у ній з'являються, спричинені не тільки механічним впливом зубних пластин, але й хронічним запаленням в слизовій оболонці, впливом бактеріальних токсинів, які продукуються мікроорганізмами, що накопичуються на поверхні пластин, та іноді хімічних компонентів конструкційного матеріалу [8, 11]. При цьому існує висока вірогідність розвитку у слизовій оболонці ротової порожнини того чи іншого ступеня мікроциркуляторних, запальних і дегенеративних порушень, особливо у пацієнтів дитячого віку. Знижуються захисні функції епітелію: пригнічується міграція лейкоцитів на поверхні слизової оболонки і суттєво підвищується злучення епітеліальних клітин, що особливо помітно на початку користування зубними пластинками. При наявності запалення десквамація епітелію виражена ще більше. Сам по собі базис зубної пластинчастої конструкції порушує тактильну, смакову, температурну чутливість слизової оболонки ротової порожнини. При багатьох патологічних станах, особливо за наявності виражених запальних процесів, показано чітко помітний знеболювальний ефект метронідазолу. Він обумовлений вираженою протизапальною дією, що описано іншими авторами [12, 13, 15], і відіграє важливу роль при гострому запаленні. При хронічних запальних процесах важливу роль має відновлення балансу між вмістом продуктів пероксидації і рівнем антиоксидантного захисту, прискорення регенеративних процесів. Тому пошук нових лікувальних заходів, які дозволять зменшити такі ефекти незнімних зубних ортодонтичних конструкцій на слизову ротової порожнини пацієнтів і тим самим покращити процес адаптації до них, є досить актуальним завданням сучасної стоматології.

Лікування ортодонтичної патології з використанням різних типів ортодонтичних конструкцій сьогодні стало рутинним і часто є специфічним підходом в сучасній ортодонтії через те, що це єдиний варіант терапії, який не вимагає кооперації з боку пацієнта і створює активний вплив на зубні дуги. Тим не менш, зворотною стороною такого підходу є збільшення ризику розвитку протезного стоматиту і гінгівіту [11].

Таким чином, його попередження та лікування вже на початковій стадії стали тими питаннями, що викликають занепокоєння в ортодонтів. Більше того, останніми роками ринок товарів охорони здоров'я відгукнувся на цю проблему створенням матеріалів антигрибкової та антибактеріальної терапії [8-10]. Оскільки основним етіопатогенетичним фактором розвитку стоматиту вважають ріст золотистого стафілокока, піогенного стрептокока, кишкової палички та грибів роду *Candida*.

Мета роботи: вивчити антимікробну та протигрибкову активність авторського гелю у пацієнтів при стоматиті в умовах користування незнімними ортодонтичними конструкціями.

Матеріали і методи дослідження. До клініко-лабораторної частини дослідження було включено 120 осіб, які звернулися з приводу скупченості зубів на одній або обох щелепах, віком від 14 до 16 років. Усі обстежені пацієнти підлягали ортодонтичному лікуванню при допомозі брекет-системи і були поділені на три групи:

- перша група (основна) – пацієнти, які мають клінічні ознаки кандидозу слизової оболонки ротової порожнини, підтвердженого мікробіологічно – 58 осіб;
- друга група (порівняння) – пацієнти, які мають гострі та хронічні ушкодження слизової оболонки пластинчастого ложа, без ознак кандидозу – 17 осіб;
- третя група (контрольна) – пацієнти, які не мають змін слизової оболонки пластинчастого ложа – 45 осіб. Ефективність проведеного лікування оцінювали за такими параметрами: наявність клінічних ознак кандидозу до та після лікування; 2) результати мікробіологічного дослідження слизової оболонки у сфері протеза на наявність грибів роду *Candida*; 3) суб'єктивні відчуття пацієнта під час використання запропонованих схем лікування. При проведенні досліджень грибів використовували кількісний спосіб виявлення обсіменіння грибами за алгоритмом, розробленим на кафедрі мікробіології, вірусології та імунології ТНМУ імені І.Я. Горбачевського. Відповідно до даного алгоритму стандартний ватний тампон після забору матеріалу зі слизової оболонки ротової порожнини пацієнта, протезного ложа або поверхні протеза, прилеглої до слизової оболонки, вносили в 1 мл середовища АС (фірми Oxoid). Секторальний посів здійснювали на селективне живильне середовище — агар Сабуро з 1% дріжджовим гідролізатом та антибіотиком ампіоксом у концентрації 2500 мг/л для придушення можливої супутньої бактеріальної мікрофлори. Далі культуральне дослідження виділених

культур проводили за схемами, прийнятими у медичній мікології. Отримані результати обсіменіння виражали через десятковий логарифм колонієутворюючих одиниць (lg КУО) в 1 мл. Після попередньої ідентифікації виділених ізольованих колоній та їх підрахунку в секторах на поверхні середовища Сабуро виділяли чисті культури дріжджових грибів. Культивування грибів здійснювалося в аеробних умовах термостаті протягом 24 годин при температурі 37 °С, після чого від 1 до 5 діб в умовах кімнатної температури. Біохімічну ідентифікацію виділених культур дріжджових грибів проводили стандартним методом із застосуванням середовища Гісса з набором вуглеводів у присутності індикатора бромтимолового синього.

Обстеження пацієнтів проводилося на базі кафедри ортопедичної стоматології та ортодонції ТНМУ імені І.Я. Горбачевського на всіх етапах із реєстрацією у спеціально розробленій карті скарг анамнестичних та об'єктивних даних, результатів лабораторних та функціональних досліджень. Клінічне обстеження СОПР включало визначення її кольору, зволоженості, наявності морфологічних елементів уражень, болочисті при пальпації та її податливість. Гігієнічний стан порожнини рота оцінювали за індексом Грін-Вермільйона. Застосовано саме цей індекс у зв'язку з тим, що більш сучасні індекси оцінки гігієни ротової порожнини у пацієнтів із зубними пластинками у більшості випадків не дають можливість оцінити внаслідок відсутності одного сегменту бокових зубів. Розповсюдженість запалення ясен визнали за індексом ПМА в модифікації Раппа (1976), що визначали у %. Кровоточивість ясен визначали за методом Muhleman-Saxer (індекс кровоточивості РВІ, 1971). Пацієнтам основної групи (ОГ) проводили аплікації авторського гелю на слизову оболонку протезного ложа. Базові параметри авторського гелю «хлоргексидин із метростомхітіал» (ХГ+МСХГ): при концентрації хлоргексидину (ХГ) в гелевій суміші 5 мг/л. Для зручності дозування препарат розливали у стандартні пластикові шприци об'ємом 20 мл. Аплікації проводились таким чином: 1) пацієнту наносили гель із шприца (без голки) на внутрішню поверхню попередньо очищених брекет-системи (по 1 мл на пластинку), розподіляючи його рівномірно по всій поверхні; 2) накладали зубні пластинки і залишалися із ними протягом 20 хвилин та не приймали їжу і рідину протягом цього часу; 3) після цього виймали пластини, пацієнт полоскав ротovu порожнину водою, ортодонтичні пластини також промивали водою. Після чого їх знову накладали і користувалися ними далі у звичайному режимі. Курс лікування: 10–14 днів. Ця процедура проводилась пацієнтам 1 раз в день, тривалістю по 20 хвилин, після гігієнічної очистки пластинки. Для аналізу ефективності лікування пацієнти були довільно поділені на три підгрупи. Пацієнтам першої підгрупи призначали полоскання розчином хлоргексидину 0,05%. Пацієнтам другої підгрупи (20 осіб) призначали

гель, що містить 0,6% хлоргексидину на місцево на уражену ділянку протезного ложа. Для цього гель двічі на день наносили на поверхню протезного ложа та змащували ним внутрішню поверхню зубної пластинки. Пацієнти третьої підгрупи (21 особа) використовували адгезивну двошарову стоматологічну плівку "Дипленента Х", яку двічі на день наклеювали на зону ураження вранці під зубну пластинку

Результати роботи. При мікробіологічному дослідженні протезного ложа у діагностично значної кількості представників виділено 14 таксонів мікроорганізмів у першій та другій групах та дещо менше, 11 таксонів – у третій групі пацієнтів. У групі 1 домінуючим патогеном, без сумніву, були дріжджові гриби, виділені у 95% пацієнтів, що стало підставою для підтвердження діагнозу кандидозного стоматиту (табл. 1). Крім того, у цій групі у 10% пацієнтів виділяли представників міцеліальних грибів роду *Aspergillus* та майже у 40% – актиноміцетів. У групі 2 дріжджові гриби виявлено у половини пацієнтів, тоді як аспергил — у 10 %, що значно відрізнялося від групи 3. У групі 3 виділення актиноміцетів відзначали у 25% пацієнтів, а *Candida albicans* — у 10 %, що вважатимуться варіантом норми для пацієнтів із зубними пластинками. Крім того, у 20 % пацієнтів групи 1 була збільшена частота виділення ентерококів та бацил, у 33% – ентеробактерій. Виявлені ознаки дисбіозу супроводжувалися зниженням частоти виділення ряду важливих стабілізуючих видів у групі 1, зокрема *Corynebacterium* spp. (до 29 %), альфа-зелених стрептококів (до 82 %), пептострептококів (до 13 %). У групі 2 спостерігався дисбіотичний зсув, більш виражений у бік факультативно-і облигатно-анаеробної бактеріальної флори. Відзначено високу частоту виділення стафілококів (53 %), бактероїдів (59 %), фузобактерій (53 %), клостридій (23 %) та ентеробактерій (64 %). У групі 3 не виявлено будь-яких дисбіотичних зрушень. Представники основних видів дестабілізуючих мікроорганізмів проявилися у більшості пацієнтів, тоді як аспергилі, бацили, клостридії не спостерігалися, а знахідки грибів *Candida albicans*, ентеробактерій можна розглядати як поодинокі випадки (не більше 5%). При мікробіологічному дослідженні поверхні ортодонтичних пластин, яка прилягає безпосередньо до слизової оболонки порожнини рота, у діагностично значної кількості також було виділено представників 14 таксонів мікроорганізмів у першій та другій групах і трохи менше (тільки 11 таксонів) - у групі 3 пацієнтів. Принципових відмінностей частоти виділення, порівняно з даними мікробіологічного дослідження протезного ложа, виявленими у попередньому терміні, ми не спостерігали. У групі 1 домінуючим патогеном також були дріжджові гриби, виділені зі 100% протезів в основному представники виду *C. albicans*. Крім того, у цій групі у 10% пацієнтів виділяли представників міцеліальних грибів роду *Aspergillus* і майже у 32% – актиноміцетів. (табл. 1).

Таблиця 1

Кількісна характеристика мікробіоти в динаміці клініко-лабораторного дослідження протезів у пацієнтів

Кількісні параметри (початкові)	1 група n = 58	2 група n = 17	3 група n = 45
Дріжджова мікрофлора	5,1 ± 0,4	3,5 ± 0,3	-
Бактеріальна мікрофлора	5,4 ± 0,5	6,2 ± 0,5	5,1 ± 0,5
Кількісні параметри (через 6 міс.)	1 гр.n = 17	2 гр.n = 17	3 гр.n = 21
Дріжджова мікрофлора	5,9 ± 0,3**	5,1 ± 0,4**	3,3 ± 0,5**
Бактеріальна мікрофлора	5,7 ± 0,5	7,4 ± 0,5**	5,8 ± 0,5
Кількісні параметри (через 12 міс.)	1 гр.n = 15	2 гр.n = 12	3 гр.n = 15
Дріжджова мікрофлора	6,7 ± 0,5**	5,4 ± 0,4	5,2 ± 0,5**
Бактеріальна мікрофлора	6,8 ± 0,5**	7,8 ± 0,5	7,0 ± 0,5**

У групі 2 дріжджові гриби (рис. 1а) виділено у половини пацієнтів, тоді як *Aspergillus* (рис. 1б) — тільки у 5 %, що вірогідно відрізнялося від групи 3.

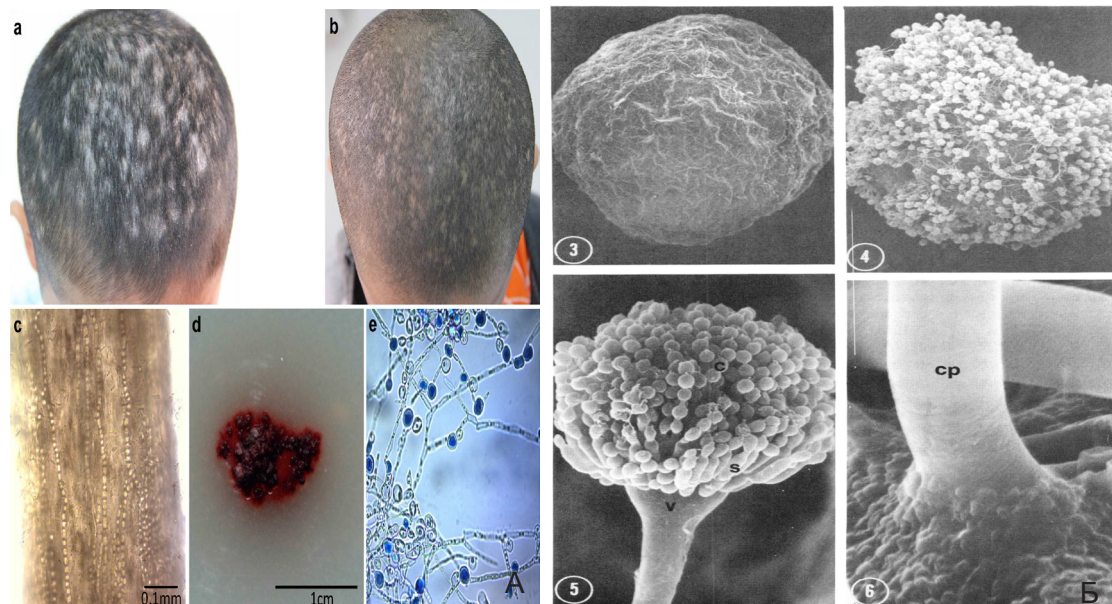


Рис. 1. Загальний вигляд дріжджових грибів роду *Candida albicans* (а) та цвілевих грибів роду *Aspergillus* (б), що виявляються у пацієнтів при користуванні ортодонтичними конструкціями.

Позначення: 1- лейкоцити; 2- дріжджові клітини.

Метод: а -- світлооптична мікроскопія, нативний препарат; б – скануюча електронна мікроскопія. Прискорююча напруга 25 Кв; оригінальне збільшення 2000.

У групі 3 виділення актиноміцетів відзначали у четвертій частині пацієнтів, а *Candida albicans* — у 13 %, що вважатиметься варіантом норми для пацієнтів із зубними пластинками.

Таким чином, отримані результати спільності мікробного складу на слизовій оболонці пластинчастого ложа і на поверхні пластинки, прилеглої до неї, дозволяють стверджувати, що під зубнок пластинкою на слизовій оболонці формується полімікробна біоплівка, що колонізується пріоритетними патогенами. У групі 1 – це гриби роду *Candida albicans*, частково -- *Aspergillus*. У групі 2 - це змішана факультативно-і облигатно-анаеробна

бактеріальна флора. У групі 3 переважно представники нормальної мікробіоти слизової оболонки ротової порожнини. Для визначення впливу віку протезу на розвиток кандидозу ми провели кількісну оцінку мікробного обміненія грибковою та бактеріальною мікрофлорою у пацієнтів з різними термінами експлуатації акрилових зубних пластинок (табл. 2). Для оцінки контамінації дріжджовими грибами зубних пластинок у пацієнтів першої групи проведено їх оцінку на поверхні конструкцій, які експлуатувалися не менше, ніж півроку, рік, два і більше років. На поверхні зубної пластинки, прилеглої до слизової оболонки рота, із терміном використання 6 місяців

спостерігали статистично вірогідну високу кількість дріжджової флори до $5,9$ колонієутворюючих одиниць (10^6 КУО), тоді як бактеріальна мікрофлора відповідала зазначеній вище. Через рік відзначалася максимальна кількість дріжджових грибів – $6,7$ (наближалось до 10^7 КУО). Статистично вірогідно збільшувалося також і бактеріальне обсіменіння – $6,8$ (майже 10^7 КУО). Ця тенденція зберігалася і надалі. Виходячи з цілей нашої роботи, подальше спостереження та комплексне лікування проводилося пацієнтам, які входять до першої групи. Інші пацієнти також отримували ортодонтичне лікування в повному обсязі. Комплексне лікування пацієнтів з клінічно та мікробіологічно підтвердженим *Candida albicans*-асоційованим змішаним протезним стоматитом включало проведення протигрибкового та антибактеріального лікування, яке полягало в призначенні флюконазолу (як препарату, рекомендованого в лікуванні кандидозного стоматиту) за схемою 14 діб по 100 мг (призначали пацієнтам всіх підгруп).

Пацієнти були довільно поділені на три підгрупи. Пацієнтам першої підгрупи було призначено полоскання розчином хлоргексидину $0,05\%$. Пацієнтам другої підгрупи (20 осіб) призначено гель, що містить $0,6\%$ хлоргексидину на місцево на уражену ділянку протезного ложа. Для цього гель двічі на день наносили на поверхню протезного ложа та змашували

ним внутрішню поверхню зубної пластинки. Пацієнти третьої підгрупи (21 особа) використовували адгезивну двошарову стоматологічну плівку "Дипленента Х", яку двічі на день наклеювали на зону ураження вранці під зубну пластинку. Враховуючи дані, отримані при мікробіологічному дослідженні матеріалу з поверхні та змиву із базису знімного протезу, а також високий рівень обсіменіння грибами та недостатню фіксацію у більшості пацієнтів тощо. Водночас, переважна кількість пацієнтів (54 з 58 – $93,1\%$) не могли користуватися протезом (головним чином турбувала естетична сторона питання). У зв'язку з цим стара зубна пластинчаста конструкція піддавалася обробці, яка включала (після механічного чищення щіткою) обробку в ультразвуковій ванні «Ультра ЕСТ-ФСМ» («Геософт») з використанням розчину «Авансепт» (ЗАТ «ТПК Техноекспорт»). Як показали наші дослідження, кількість грибової та бактеріальної мікрофлори на поверхні обробленого протезу починала збільшуватися лише через чотири тижні. Цього часу було цілком достатньо для виготовлення нової зубної пластинки. Припасування (корекція) нової виготовленої конструкції здійснювалось після стихання запального процесу, як правило, через 10-14 діб після початку специфічного медикаментозного лікування. Ортодонтичне лікування проводилося одночасно з медикаментозним лікуванням.

Таблиця 2

Ступінь обсіменіння дріжджовими грибами у пацієнтів з кандидозним стоматитом залежно від групи лікування

Ступінь обсіменіння дріжджовими грибами	До лікування, абс. (%)	Після лікування (збереження висівання 10^{2-3})		
		Підгрупа 1 n = 17	Підгрупа 2 n = 20	Підгрупа 3 n = 21
Мінімальна, 10^{2-3}	12 (20,7)	2 (3,4)	1 (1,7)	0
Помірна, 10^{4-5}	31 (53,4)	3 (5,2)	1 (1,7)	0
Висока, більше 10^5	15 (25,9)	4 (6,9)	2 (3,4)	1 (1,7)
Разом	58 (100,0)	9 (15,5)	4 (6,9)	1 (1,7)

Встановлено, що після лікування скарги, пов'язані з кандидозним стоматитом ротової порожнини, піддалися суттєвому регресу. Так, у групах пацієнтів, які, крім флюконазолу, використовували авторський гель «хлоргексидин із метростомхітіал» (ХГ+МСХГ), вже через 3 доби були відсутні скарги на відчуття болючості слизової оболонки під зубною пластинкою, печіння, свербіж слизової оболонки під зубними пластинками як до, так і після їжі. Були відзначені окремі побічні ефекти застосування флюконазолу, зокрема такі симптоми, як біль у животі, діарея, нудота, метеоризм, висип на шкірі, які припинилися після завершення прийому флюконазолу – у трьох пацієнтів ($5,6\%$). Виразна динаміка простежується під час аналізу скарг на хворобливі відчуття слизової оболонки під зубною пластинкою. У результаті оглядів пацієнтів,

які проводили до і після комплексного лікування, поліпшення місцевої клінічної картини було у всіх пацієнтів, і зменшення та зникнення симптоматики кандидозного стоматиту ротової порожнини відзначалося при всіх варіантах лікування, проте найбільший ефект був виявлений при комплексному лікуванні, що включало протигрибкову терапію флюконазолом і місцеве застосування авторського гелю. Разом з тим незначна частка пацієнтів (від $4,8$ до $10,0\%$) відзначали збереження хворобливих відчуттів, свербіжу, печіння. Ці симптоми практично зникали через 3-6 місяців після лікування. Важливим, на наш погляд, є можливість користування зубними пластинками під час лікування. При використанні плівки користувалися зубними пластинками 20 із 21 пацієнта ($95,2\%$), тоді як у першій підгрупі - $52,9\%$, а

в другій – 60,0 %. Важливим показником є відмінність ступеня колонізації чи кількісного обсіменіння. Використовуючи рекомендації А. С. Носіка, вперше запропоновані при *Candida*-асоційованому пародонтиті [2], ми розділили всі знахідки дріжджових грибів на три категорії за ступенем обсіменіння: мінімальну 10^{2-3} , помірну – 10^{4-5} , високу - понад 10^5 КУО. Отримані дані, у тому числі у зв'язку із результатами лікування пацієнтів у підгрупах, подано у табл. 3. Мінімальний ступінь обсіменіння, який формально є підставою для встановлення діагнозу кандидозу (10^{2-3} КУО), виявлено у 20% пацієнтів. Після реалізації схем лікування, встановлено, що тільки у двох пацієнтів першої та одного пацієнта другої підгрупи, (тобто у 3,4 та 1,7 % відповідно) зберігалось виділення дріжджових грибів у діагностично значній кількості. У той же час у групі 3, де під час лікування використовували весь запропонований комплекс (флюконазол перорально та «Метростомхітгіал» з хлоргексидином місцево), дріжджові гриби не виявлені.

Одержані при мікробіологічному дослідженні дані свідчать, що пригнічення росту різних видів мікроорганізмів залежить від концентрації хлоргексидину у складі авторського гелю (табл. 3 і табл. 4).

Мінімальна інгібуюча доза хлоргексидину складала 0,05 мг. Ріст кокової мікрофлори (стафілококи, стрептококи) пригнічувався під впливом хлоргексидину в концентрації 0,5 мг. Кількість колоній грампозитивної кокової мікрофлори, що виросла через 30 хвилин після сумісної інкубації із хлоргексидином зменшилась до 10^4 і до 10^2 КУО/мл після чотирьохгодинної інкубації. При використанні хлоргексидину в дозі 0,1 та 0,5 мг не виявлено росту кокової мікрофлори після інкубації протягом 4-х годин. При цьому пригнічення росту кишкової палички зареєстровано у випадку застосування авторського гелю «хлоргексидин із

метростомхітгіал» (ХГ+МСХГ) з концентрацією хлоргексидину вже у дозі 0,01 мг. Кількість колоній ентеробактерій на середовищі Ендо через 30 хвилин сумісної інкубації зменшилось до 10^4 КУО/мл і через 4 години до 10^2 КУО/мл. Антигрибкові властивості авторського гелю проявлялися при застосуванні більш значної концентрації хлоргексидину. Так, при використанні хлоргексидину в дозі 0,05 мг не спостерігалось пригнічення росту грибів. Тоді як у дозі 0,1 мг інгібуючий вплив хлоргексидину на ріст грибів *p. Candida* проявлявся незначно. Явне пригнічення росту грибів спостерігалось вже при використанні хлоргексидину в дозі 0,6 мг. Після 30-хвилинної інкубації грибів *p. Candida* разом з авторським гелем кількість колоній зменшилась до 10^6 КУО/мл, а після 4-х годин до 10^4 КУО/мл. При використанні хлоргексидину в дозі 0,1 та 0,5 мг не виявлено росту кокової мікрофлори навіть після чотирьохгодинної інкубації. Тоді як пригнічення росту кишкової палички зареєстровано у випадку застосування хлоргексидину в концентрації 0,1 мг. Кількість колоній ентеробактерій на середовищі Ендо через 30 хвилин сумісної інкубації зменшилось до 10^4 КУО/мл, а через 4 години до 10^2 КУО/мл. Антигрибкові властивості авторського гелю проявлялися при застосуванні більш значної концентрації хлоргексидину.

При використанні ХГ+МСХГ при вмісті хлоргексидину в дозі 0,05 мг не спостерігалось пригнічення росту грибів. У дозі 0,1 мг інгібуючий вплив ХГ+МСХГ на ріст грибів *p. Candida* проявлявся незначно, тоді як значне пригнічення росту грибів спостерігалось тільки при використанні хлоргексидину в дозі 0,6 мг. Після 30-хвилинної інкубації грибів *p. Candida* разом з авторським гелем кількість колоній зменшилась до 10^6 КУО/мл, а після 4-х годин до 10^4 КУО/мл.

Таблиця 3

Ефективність впливу гелю Метростомхітгіал на мікрофлору та гриби роду *Candida* через 30 хвилин після їх сумісної культивування (КУО/мл)

Мікроорганізми	Дози хлоргексидину			Контроль КУО/мл
	0,05 мг	0,1 мг	0,5 мг	
<i>S. aureus</i>	10^4	10^2	-	10^8
<i>S. pyogenes</i>	10^4	10^2	-	106
<i>E. coli</i>	10^8	10^4	10^2	10^8
Гриби <i>p. Candida</i>	10^8	10^6	10^6	10^8

Таблиця 4

Ефективність впливу авторського гелю на мікрофлору та гриби роду *Candida* через 4 години після їх сумісної культивування (КУО/мл)

Мікроорганізми	Дози ХГ			Контроль КУО/мл
	0,05 мг	0,1 мг	0,5 мг	
<i>S. aureus</i>	10 ²	-	-	10 ⁸
<i>S. pyogenes</i>	10 ²	-	-	10 ⁶
<i>E. coli</i>	10 ⁶	10 ²	-	10 ⁸
Гриби р. <i>Candida</i>	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁸

Антибактеріальні властивості ХГ пояснюються їх впливом на дихальний апарат мікробної клітини за рахунок утворення плівки, що може змінювати структуру клітинної стінки та пригнічувати розмноження.

Таким чином, дослідження проведені *in vitro* свідчать про суттєвий інгібуючий вплив авторського гелю на ріст *S. aureus*, *S. pyogenes* та *E. coli*. Меншу ефективність гелю зареєстровано щодо грибів роду *Candida*. Виходячи з аналізу, гігієна знімних зубних пластинок на тлі використання авторського гелю залишається на вищому рівні протягом усього періоду спостереження (в середньому на 1 бал вища через 2 тижні, на 2 бали — через 1,5 та 3 місяці, на 1 бал — через 6 місяців). Тим не менш, можна говорити про її поступове погіршення в обох групах та про недостатній рівень гігієни після кількох місяців користування зубними пластинками, хоча він був суттєво вищим, ніж у КГ. Про роль гігієни рота при ортодонтичному лікуванні наголошують також інші автори [1, 10]. Результати цитологічного дослідження виявили суттєві відмінності у стані епітелію слизової оболонки протезного ложа у пацієнтів з ортодонтичними зубними пластинками при застосуванні локальних аплікацій підвищеної концентрації ХГ до 0,6% у поєднанні із Метрастомхітгіал [4]. Комплексне лікування пацієнтів [3] з клінічно та мікробіологічно підтвердженим *Candida albicans*-асоційованим змішаним протезним стоматитом включало проведення протигрибкового та антибактеріального лікування, яке полягало у призначенні флюконазолу (як препарату, рекомендованого для лікування кандидозного стоматиту) за схемою 14 днів по 100 мг (призначали пацієнтам всіх підгруп). Пацієнти були довільно поділені на 2 підгрупи. Пацієнтам першої підгрупи призначалися полоскання розчином хлоргексидину (ХГ) 0,05% у поєднанні із Метрастомхітгіал. Пацієнтам другої підгрупи (20 осіб) призначали авторський гель Метрастомхітгіал, що містить 0,6% ХГ++МСХГ місцево на уражену ділянку підпластинчастого ложа. Для цього гель двічі на день наносили на поверхню підпластинчастого ложа та змащували ним внутрішню поверхню зубної пластинки. Під час такої терапії на ранніх етапах спостережень індекс диференціювання

епітеліоцитів суттєво підвищувався, з подальшим поступовим зростанням у віддалені терміни. При порівнянні цього показника з контрольною групою було виявлено значно вищі значення індексу при локальному використанні ХГ+МСХГ 0,05% у ранні терміни та стабілізацію позитивних змін у подальшому. Під час вивчення динаміки значень індексу кератинізації епітеліоцитів також виявлено суттєві відмінності між пацієнтами досліджуваних груп: при проведенні локальної терапії ХГ+МСХГ 0,05% значення індексу кератинізації суттєво зменшувались на ранніх етапах, на відміну від пацієнтів КГ, після чого показник нормалізувався. Вивчення реакції адсорбції мікроорганізмів епітеліоцитами показали більш виражені відмінності значень цієї реакції між пацієнтами обох груп були виявлені при лікуванні ХГ+МСХГ 0,05, де фіксувалися вірогідні відмінності між групами на ранніх етапах спостереження. Аналіз отриманих результатів мікробіологічного дослідження показав, що у пацієнтів ОГ в більш ранні терміни (14 днів, 1,5 місяця) не було виявлено суттєвих зрушень у кількісному та якісному складі мікрофлори. Також слід зазначити, що в ОГ жодного разу не були зафіксовані лабораторні ознаки кандидозного стоматиту, тоді як у КГ у 80, 5% пацієнтів були виявлені ознаки кандидозного стоматиту. Що стосується віддалених термінів спостереження, можна говорити про негативну тенденцію до збільшення титрів представників мікробної флори, проте вірогідних відмінностей щодо вихідного рівня у більшості випадків не зафіксовано. Вивчення анкет, заповнених на основі скарг пацієнтів для оцінки процесу адаптації до знімних зубних пластинок, дозволило виявити певні суттєві відмінності у разі локального застосування ХГ+МСХГ 0,05%. А саме: порівняно з традиційним методом протезування, низка ключових скарг, що виникають під час користування протезом, значно рідше зустрічалися в ОГ. Такі скарги, як болючість під пластинкою, подразнення від наявності зубної пластинки в порожнині рота — вірогідно відрізнялися вже на ранніх етапах спостереження. Також дещо менше пацієнтів скаржилися на сухість у порожнині рота. При цьому в перші дні застосування ХГ+МСХГ 0,05% незначно впливала на такі скарги,

як порушення артикуляції та фонацію мови, а також утруднене відкушування їжі. Однак згодом, внаслідок прискорення процесу адаптації до зубної пластинки, поширеність зазначених скарг також суттєво зменшилась. Виражений позитивний ефект застосування ХГ+МСХГ 0,6% спостерігався при вивченні стану ясен. Цей висновок було зроблено нами на підставі значного зниження поширеності запалення ясен (індекс РМА) та вираженого зменшення їхньої кровоточивості (індекс Мюллемана–Заксера) через два тижні від початку дослідження. Такі результати пояснюються впливом ХГ+МСХГ одразу на кілька патогенетичних ланок стоматиту, а саме: зменшення запальних проявів, покращення капілярного кровотоку, активація антиоксидантної захисної системи, антибактеріальний ефект, що особливо яскраво проявляється у відношенні анаеробної мікрофлори, яка відіграє важливу роль у розвитку стоматиту. Застосування ХГ+МСХГ 0,6% покращує постачання кисню до тканин пародонту, а також має потенційно імуномодулюючий ефект. Особливо важливо, що цей ефект частково зберігався протягом досить тривалого часу від початку лікування, що дозволяє говорити про позитивний вплив такої терапії не лише на процеси адаптації пацієнтів до зубних пластинок, але й про можливість корекції стану тканин пародонту у цих пацієнтів. Загалом використання Метрастомхїтгіалу в ортодонтії є одним із найперспективніших напрямів цього розділу стоматології, оскільки дозволяє досягати позитивного ефекту у поєднанні з безпекою даної методики.

Висновки.

Запропонований алгоритм комплексного лікування, що включає застосування протигрибкового препарату флюконазол у поєднанні з місцевим застосуванням гелю «Метрастомхїтгіал» із хлоргексидином, знезараження старої зубної конструкції на період виготовлення нової конструкції, дозволяє отримати позитивний клінічний ефект у лікуванні кандидозного стоматиту.

Результати проведеного дослідження дозволяють підтвердити позитивний вплив застосування хлоргексидину 0,6% у поєднанні із Метрастомхїтгіал на низку клініко-лабораторних показників стану ротової порожнини у дітей, які користуються незнімними ортодонтичними конструкціями, а саме: покращення гігієнічного стану ротової порожнини та незнімних конструкцій, значне зменшення поширеності та вираженості запалення ясен в ділянці причинних зубів, прискорення регенерації епітелію слизової оболонки та збереження початкового рівня її кровопостачання (індекс Мюллемана–Заксера), збереження якісного та кількісного складу нормальної мікрофлори ротової порожнини. Сукупність цих позитивних ефектів у поєднанні з клінічними проявами дії хлоргексидину 0,6% у поєднанні із Метрастомхїтгіал призвело до значного прискорення процесу адаптації дітей до незнімних ортодонтичних

конструкцій у поєднанні з меншою поширеністю основних скарг, що супроводжують такий процес ортодонтичного лікування.

Встановлено гальмуючий вплив гелю хлоргексидин+метрастомхїтгіал на ріст золотистого стафілокока, піогенного стрептокока, кишкової палички та грибів *роду Candida in vitro*. Антимікробний та антигрибковий ефект гелю залежить від дози хлоргексидину та терміну його використання. Інгібуючий вплив гелю на грампозитивну кокову мікрофлору спостерігається при використанні хлоргексидину в концентрації 0,05; 0,1 та 0,5 мг в умовах інкубації як протягом 30 хвилин, так і 4-х годин.

Депресивна дія гелю на кишкову паличку активізується при концентрації хлоргексидину (0,5 мг). Ріст *E. coli* при використанні такої дози хлоргексидину (0,5 мг) та більшого терміну сумісної інкубації (4 години) не виявлявся.

Антигрибковий ефект авторського гелю виявляється при використанні більш високої дози хлоргексидину (0,6 мг) та більшого терміну сумісної інкубації (4 години).

Перспективи подальших досліджень.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення взаємозв'язку між психоемоційним станом пацієнтів з незнімними ортодонтичними конструкціями у воєнний час, змінами у мікробіоті рота та ризиком розвитку запальних процесів ротової порожнини. Актуальним є також розширення аналізу впливу полімікробних асоціацій на різних термінах користування брекет-системами, вивчення ефективності пробіотичної та антимікробної терапії, а також розробка міждисциплінарних моделей прогнозування ускладнень брекет-систем, що будуть враховувати біологічні, психологічні та соціальні чинники, які впливають на показники якості життя тематичних пацієнтів. Особливу увагу слід приділити внутрішньо переміщеним особам, які перебувають у стані хронічного стресу та мають обмежений доступ до якісної медичної допомоги.

Конфлікт інтересів. Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в цій статті.

Фінансування. Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Авторські внески: а) Р.Я. Романюк – концепція та дизайн; збір та узагальнення даних; надання матеріалів для дослідження; е) - написання рукопису; в, д) Н.О. Гевкалюк - аналіз та інтерпретація результатів; б) адміністративна підтримка; ж) редагування рукопису;

Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

References:

1. 1. Arshinnikov R.S. Effectiveness of oral health education on oral hygiene and dental caries in school-children: Systematic review and meta-analysis *British Dental Journal*, 2018;3(138): 34-39. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.195>.
2. 2. Вольф Г.Ф. Пародонтологія. – Дніпро: МЕДпрес-інформ, 2021. – С. 548.
3. 3. Гончарова С.І. Рослинні засоби у профілактиці і лікуванні захворювань пародонта. *Український стоматологічний журнал*, 2021; 3(54). – С. 48–52.
4. 4. Гевкалюк Н.О. Пальчевський Т.В. Свідоцтво на авторське право № 132025 від 11.12.2024 р. Оцінка інтенсивності запалення слизової оболонки порожнини рота за цитологічними ефектами оригінального препарату «Метрастомхтігал».
5. 5. Іванова Л.А., Чередникова А.Б. Мікрофлора порожнини рота здорової людини. Сучасні аспекти медицини і біології. Матеріали V міжрегіональної наукової конф. 21–24 квітня 2020 р. – Одеса. – Ч. 2. 312–314.
6. 6. Николаєв А.І. Практична терапевтична стоматологія: навч. посібн. – 8-е вид., перероб. і доп. – Дніпро: МЕДпрес-інформ, 2018. – С. 960.
7. 7. Robo I., Heta S. Gjumsji E. Ostreni V. Oral Microflora, in Cases with Gingival GEI Caused by Fixed Orthodontic Appliances. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 2021; 12(139): <https://doi.org/10.1007/s42399-021-01045-5>.
8. 8. Chumak Yu.V., Faustova M.O., Ananyeva M.M., Lugovaya L.O. Quantitative characteristics of general microbial colonization of oral mucosa during adaptation to acrylic removable partial denture. 12 (2020):18-25. *Вісник Української медичної стоматологічної академії*. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.18.4.107>.
9. 9. Wojtylko M., Froelich A., Jadach B. Hypromellose-, Gelatin- and Gellan Gum-Based Gel Films with Chlorhexidine for Potential Application in Oral Inflammatory Diseases. *Gels*, 2024;4(15): 46-52. <https://doi.org/10.3390/gels10040265>.
10. 10. Basnyat S., Sapkota B., Shrestha S. Oral Hygiene and Gingival Health in Patients with Fixed Prosthodontic Appliances - A Six Month Follow-up. in *Kathmandu University Medical Journal*, 2021;2 (26): 134-140.
11. <https://doi.org/10.3126/kumj.v13i4.16832>.
12. 11. Zakharova H., Skibitsky V. Improvement of the educational program in prosthetic dentistry for students of the stomatological faculty of the bogomolets national medical university according to current trends in modern removable prosthetics. *Suchasna stomatohiia*. 2025. Vol. 124, no. 1. P. 68. URL: <https://doi.org/10.33295/1992-576x-2025-1-68>.
13. 12. Awawdeh L., Al-Beitawi M., Hammad V. Effectiveness of chlorhexidine and calcium hydroxide as a short-term intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*: a laboratory study // *Aust. Endod. J.*, 2019, 35, (2), 52–58.
14. 13. Pavilionis A., Baranauskas A., Puidokaite L., Mazeliene Z., Savickas A., Radzimas R. Antimicrobial activity of soft and purified chlorhexidine extracts // *Medicina (Kaunas)*, 2020; 12 (44): 977–983.
15. 14. Pileggi R., Antony K., Johnson K., Zuo J., Shannon Holliday L. Chlorhexidine inhibits osteoclast maturation. *Dent. Traumatol.* 2009; 6 (25), 584–588.
16. 15. Santos V., Gomes R., de Mesquita R., de Moura M., Franca E., de Aguiar E., Naves M., Abreu J., Abreu S. Efficacy of Brazilian Metronidazole gel for the management of denture stomatitis: a pilot study. // *Phytother. Res.* 2020; 11(22), 1544–1547.

UDC 616.314-085+616.31-002+613.95+616.314-77

TREATMENT OF STOMATITIS IN CHILDREN WITH CORRECTION OF THE DENTAL ROW WITH ORTHODONTIC CONSTRUCTIONS

R. Ya. Romanyuk^{1*}, N. O. Gevkalyuk²

¹State Medical University of Bukovina, Department of Pediatric Dentistry, Chernivtsi, Ukraine

²State Medical University of I.Ya. Horbachevskiyi, Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

ORCID: [0009-0000-0978-361X](https://orcid.org/0009-0000-0978-361X), e-mail: r.r.stomat@gmail.com

ORCID: [0000-0002-7718-4616](https://orcid.org/0000-0002-7718-4616), e-mail: gevkalyuk@tdmu.edu.ua

*Correspondence: R. Ya. Romanyuk, e-mail: r.r.stomat@gmail.com

Abstract. During orthodontic treatment, the most common strains of microorganisms that contaminate the oral cavity of such patients often cause various inflammatory diseases. On average, 65% of patients who seek orthodontic care require the use of fixed orthodontic structures. Their negative impact not only on tooth enamel, but also on the oral mucosa, which occurs mainly due to poor oral hygiene, has been well studied. Studies of the author's gel "chlorhexidine with

metrostomchithial" (CHG + MSCHG) in vitro indicate the antibacterial and antifungal activity of the gel. Purpose of the research: to study the antimicrobial and antifungal activity of the author's gel in patients with stomatitis when using fixed orthodontic structures.

Material and methods. To study the antibacterial properties of the author's gel HG + MSHG, the most common strains of microorganisms that contaminate the oral cavity of patients with inflammatory diseases were used as test cultures: *S. aureus*, *S. pyogenes*, *E. coli*, *C. albicans*. The study included 120 people who applied for crowding of teeth on one or both jaws, aged 14 to 16 years. All patients underwent orthodontic treatment with bracket systems and were divided into three groups: group 1 - patients with clinical signs of candidiasis of the oral mucosa, confirmed microbiologically - 58 people; group 2 - patients with acute and chronic lesions of the mucous membrane, without signs of candidiasis - 17 people; group 3 (control) - patients with no changes in the mucous membrane - 45 people. The effectiveness of the treatment was assessed by the following parameters: 1) the presence of clinical signs of candidiasis before and after treatment; 2) the results of microbiological examination of the mucous membrane for the presence of fungi of the genus *Candida*; 3) the patient's subjective feelings during the use of the proposed treatment regimens. A quantitative method of detecting microflora contamination was used according to a certain algorithm.

Results. The results of the study confirm the positive effect of the use of 0.6% HCG + MSHG on a number of clinical and laboratory indicators of the oral cavity in patients using fixed orthodontic structures, namely: improvement of the hygienic condition of the oral cavity and fixed structures, a significant reduction in the prevalence and severity of gingivitis in the area of the causal teeth, acceleration of regeneration of the mucous membrane epithelium and preservation of the initial level of its blood supply (Mullemann-Saxer index), preservation of the qualitative and quantitative composition of the normal oral microflora. The combination of these positive effects in combination with the clinical manifestations of the action of 0.6% HCG+MSCHG led to a significant acceleration of the process of adaptation of children to fixed orthodontic structures in combination with a lower prevalence of the main complaints accompanying such a process of orthodontic treatment. The data obtained indicate that the inhibition of the growth of various types of microorganisms, which depends on the dosage, in which different concentrations of the author's HCG+MSCHG gel were used, which ranged from 0.001 to 0.06 mg.

Conclusions. The inhibitory effect of the author's gel "chlorhexidine with metrostomychital" on the growth of *Staphylococcus aureus*, pyogenic streptococcus, *Escherichia coli* and fungi of the genus *Candida* was established. The antimicrobial and antifungal effect of the gel depends on the dose of HCG+MSCHG and its duration of action.

Keywords: stomatitis in children, fixed orthodontic structures, dentition correction, chlorhexidine gel with metrostomchithial NBF Gingival Gel, *Candida* fungi, Müllemann-Saxer index, bracket systems.

Стаття надійшла в редакцію 30.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.49

UDC 616-056.3+616.89-008.441+615.83+616-036.82

PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF PATIENTS: ASSESSMENT OF ANXIETY DURING THE EARLY STAGE OF POST-TRAUMATIC PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY

S. M. Shostak*, N. Ya. Ulianytska, O. Ya. Andriichuk*, L. Yu. Sakharuk

*Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine*ORCID: [0009-0005-4809-8427](https://orcid.org/0009-0005-4809-8427), e-mail: Shostak.Sofia2023@vnu.edu.uaORCID: [0000-0002-7369-8935](https://orcid.org/0000-0002-7369-8935), e-mail: ulianutskay.natalia@vnu.edu.uaORCID: [0000-0003-4415-4696](https://orcid.org/0000-0003-4415-4696), e-mail: andrijchuk.olga@vnu.edu.uaORCID: [0000-0002-7935-8982](https://orcid.org/0000-0002-7935-8982), e-mail: Sakharuk.Liubomyr@vnu.edu.ua*Corresponding authors: S.M. Shostak, e-mail: Shostak.Sofia2023@vnu.edu.ua

Abstract. The relevance of this study is driven by the growing number of patients with upper-limb amputations resulting from military actions in Ukraine and the need to improve early post-traumatic rehabilitation. Arm amputation, particularly at the shoulder level, leads to pronounced functional impairments, a sharp decline in self-care abilities, and significant psycho-emotional stress. In the acute postoperative period (1–21 days), patients typically experience high levels of anxiety, phantom pain, reduced motor activity, and dependence in everyday activities, which necessitates a multidisciplinary intervention combining physical therapy (PT), occupational therapy (OT), and psychological support.

Purpose of the research– to assess the effectiveness of a comprehensive early PT and OT program in patients with upper-limb amputation by determining its impact on pain intensity, muscle strength, range of motion, anxiety level, and functional independence.

Methods. Twelve male service members aged 26–52 years after shoulder-level amputation were examined. The assessment tools included the Hamilton Anxiety Rating Scale (HAM-A), Visual Analogue Scale (VAS) for pain, manual muscle testing, shoulder goniometry, and the Barthel Index. Evaluations were conducted on days 1–3 and days 20–21. The rehabilitation program included edema control and stump shaping, contracture prevention, muscle-strengthening exercises, sensory desensitization, self-care training, and emotional support.

Results. At baseline, most patients reported very severe pain; by day 21, pain had decreased to mild or minimal levels. All MMT indicators and ranges of motion improved significantly ($p < 0.05$). Anxiety levels on the HAM-A decreased from 25.42 ± 2.77 points (clinically significant anxiety) to 13.17 ± 2.12 points (mild level) ($p < 0.001$). Functional independence according to the Barthel Index increased from 45 ± 2.04 to 75 ± 2.04 points, indicating a transition from severe to moderate dependence ($p < 0.001$). These findings demonstrate the positive impact of an early comprehensive program on physical and psycho-emotional status, particularly the reduction in anxiety as an important barrier to rehabilitation.

Conclusions. An early individualized PT and OT program is effective for patients in the acute period after upper-limb amputation. It contributes to reducing pain and anxiety, improves motor function, muscle strength, and independence. Integration of psycho-emotional support is a critically important component of successful rehabilitation and preparation for prosthetic fitting. The obtained data may be used to develop standardized protocols for early domestic rehabilitation.

At the same time, our data demonstrate that early interventions can prevent the development of profound psychological distress, which is characteristic of the later stage of rehabilitation in other studies.

An individualized early program of physical therapy and occupational therapy can be considered as a basic component of postoperative management of patients with upper limb amputation. Its application provides a comprehensive impact on the physical and psychoemotional aspects of recovery and creates favorable conditions for the subsequent stage of prosthetics.

Keywords: upper-limb amputation; physical therapy; occupational therapy; acute phase; anxiety; manual muscle testing; goniometry; Barthel Index; psycho-emotional state; rehabilitation.

Introduction. As a result of military operations in Ukraine, the issue of rehabilitation of amputees has become unprecedentedly urgent. Traumatic amputation of the upper limb is one of the most maladaptive injuries, as it disrupts the fundamental function of self-care, work and social activity. Special attention should be paid to the acute postoperative period (the first 2-4 weeks), since it is

at this time that the foundations of successful prosthetics and psychological recovery are laid [4, 6].

Amputation causes not only physical deficits, but also deep psychological trauma. Patients in the acute post-traumatic period often experience shock, grief, denial, as well as high levels of anxiety, depression and phantom pain. This psycho-emotional distress can become a serious ob-

stacle to active participation in the rehabilitation program, slowing down healing and stump formation [1, 9]. Therefore, an effective rehabilitation program using physical therapy (PT) and occupational therapy (OT) should integrate functional interventions with components that directly affect the psycho-emotional state of the victim.

Modern international rehabilitation protocols (in particular, the recommendations of the WHO and the International Committee of the Red Cross) emphasize a multidisciplinary approach, where PT and ET are integral parts [5, 10]. Studies have shown that intensive early physical activity and training the patient in self-care of the stump reduces feelings of helplessness and improves psychological indicators [14]. Physical methods, such as stump desensitization, proper bandaging and the use of mirror therapy, effectively reduce phantom pain, which is directly correlated with a decrease in anxiety levels [7, 9]. However, most domestic studies focus mainly on physical parameters (stump formation, muscle strength recovery), while the quantitative assessment of the impact of PT and ET on the level of anxiety in the acute post-traumatic rehabilitation period remains insufficiently studied. The issue of using standardized tools to assess the impact of a patient-centered, structured PT and ET program on the level of anxiety in patients after upper limb amputation during the early stage of post-traumatic rehabilitation remains unresolved. This creates a scientific and practical gap that needs to be filled in order to develop full-fledged, patient-centered PT and ET programs that meet modern military realities in Ukraine.

Research justification. The relevance of studying the issue of anxiety in patients after upper limb amputation during post-traumatic rehabilitation in the acute period is associated not only with social challenges, but also with the functional significance of the injury, given the critical importance of the upper limbs in life [2, 11, 13].

Unlike the lower limb, amputation of the upper limb (especially at the shoulder level) affects the level of self-care, working capacity and social integration, causing a high degree of patient dependence. The success of subsequent prosthetics and functional recovery directly depends on the quality of rehabilitation in the acute period [11]. One of the constituent aspects of the rehabilitation process should be the psycho-emotional component [4]. Existing recommendations for rehabilitation in Ukraine in the acute period are mainly focused on surgical stump care and basic prevention of contractures. However, numerous studies confirm the high prevalence of clinically significant anxiety, phantom pain, and posttraumatic stress disorder in patients after amputation. Underestimation and non-integrated management of these psycho-emotional states act as a significant barrier to physical recovery and complicate patient compliance.

PT and ET are central elements of post-traumatic rehabilitation, as they have a direct and indirect effect on the psycho-emotional state of patients.

Direct effect: reduction of muscle tension - relaxation exercises and breathing techniques integrated into the rehabilitation program directly reduce physiological manifes-

tations of anxiety; improvement of sleep - physical activity, guided by PT and ET, contributes to the normalization of circadian rhythms and improves sleep quality, which is critical for reducing anxiety; endorphin release - physical activity stimulates the release of endorphins, which have a natural antidepressant and anti-anxiety effect.

Indirect impact: regaining control - successful performance of physical exercises and purposeful functional movements, a sense of progress in restoring functions give the patient a sense of control over their own body and life, which is a powerful counterfactor for anxiety; social interaction - individual work with a therapist, group classes provide social support and destroy the feeling of isolation; preparation for prosthetics - successful formation of a stump and achievement of functional goals reduce anxiety about future prosthetics [10, 11].

Purpose of the research. To analyze the effectiveness of the early post-traumatic program of physical therapy and occupational therapy, developed for patients in the acute period (1–21 days) after upper limb amputation, through a comprehensive analysis of the impact of the intervention on key functional, pain and psycho-emotional indicators.

Materials and organization of the research. The study was conducted on the basis of the Medical Faculty of the Lesya Ukrainka Volyn National University and the Volyn Regional Clinical Hospital. An examination was conducted of 12 male military personnel who suffered upper limb injuries, as a result of which surgical interventions were performed, namely amputation of the upper limb at the shoulder level. The age of the patients was 26–52 years, the average age was 39.4 ± 3.9 years. Among them: 58% (7 patients) suffered amputation of the left upper limb, and 42% (5 patients) - the right.

All participants were informed in advance about the purpose, methods and organization of the study, and also provided voluntary consent to participate. The study was approved by a multidisciplinary team of specialists, conducted in accordance with international ethical standards - in particular, the Declaration of Helsinki of the World Medical Association and Ukrainian legislation on ethical norms in medical research involving human subjects.

Assessment methods. The Hamilton Anxiety Scale (HAM-A) is a convenient, objective standardized questionnaire for identifying and controlling the level of anxiety, allows for a quantitative assessment of the level of anxiety, covers mental and somatic symptoms of anxiety and helps to improve the quality of postoperative care and the effectiveness of rehabilitation [2, 4]. Includes 14 items, each of which is rated on a 5-point scale (0–4 points). Anxiety levels on the scale: 0–17 points - absent or insignificant anxiety (mild degree); 18–24 points - moderate anxiety; 25–30 points - severe anxiety; 30 points and more - pronounced or clinical anxiety, severe anxiety. The level of anxiety was assessed on the 3rd and 20th day of work with patients.

Pain intensity assessment: determined by the Visual Analogue Scale (VAS) - Visual Analogue Scale, VAS [5] - a scale from 0 to 10 points. Pain assessment: 0–1 cm -

extremely weak pain; from 2 to 3 cm – weak; from 4 to 6 cm – moderate; from 7 to 8 cm – very strong, pronounced; 9-10 points – unbearable pain.

- The functional status of the operated limb was assessed using Manual Muscle Testing (MMT) in the following directions of movement: flexion, extension, abduction and adduction, using a five-point rating scale, where 0 - complete absence of muscle activity, 5 - normal muscle strength. The dynamics of the stump movement was assessed by the method - goniometry of the shoulder joint of the stump in the following directions of movement. MMT and goniometry were performed on the first day after surgery; on days 3-4 and 21 after rehabilitation interventions.

- The Barthel Index (BI) [7] was used to quantitatively assess the patient's level of independence in performing ten basic activities of daily living (ADL), such as eating, dressing, self-care, moving, using the toilet and controlling bowel movements. The total score ranges from 0 to 100. A higher score corresponds to a higher level of independence. Generally accepted interpretation of scores: 0–20 points - complete dependence; 21–60 points - severe dependence; 61–90 points - moderate dependence; 91–99 points - mild dependence; 100 points - complete independence.

The Barthel Index score allows objectively record how the restoration of motor functions and training in self-care skills (the occupational therapy component of post-traumatic rehabilitation) affected the level of independence of patients. The level of functional independence was determined on the 3rd and 20th day;

Statistical data processing. The distribution of variation series was checked for normality using the Shapiro-Wilk W criterion. In cases where the distribution does not differ from normal at the significance level $p > 0.1$, the mean value (X) and error (m) were calculated. For a variation series whose distribution differs from normal, the median (Me), quartile I (Q1) and quartile III (Q3) were calculated. Data were compared for two related samples using the Wilcoxon T-test and by the multiple comparison method using the Dunn test. The difference was considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results of the research. To assess the effectiveness of post-traumatic rehabilitation using FT and ET in the acute rehabilitation period, a study was conducted among 12 patients who had an upper limb amputation at the shoulder level.

After analyzing the patients' medical histories, it was found that in all of them the time interval from the moment of injury to the moment of surgical intervention was different: in 3/12 (25%) - more than six months; 4/12 (33.3%) - approximately two months; 5/12 (41.7%) - 7-10 days before the moment of surgery.

In order to form a more complete picture of the psycho-emotional state of the patients, an additional survey of relatives of servicemen was conducted. The information obtained allowed us to detail the psychological portrait of the patient, as well as to establish his current needs in conditions associated with being in a combat zone and experiencing stressful effects.

When compiling the FT and ET program, the patient's personal factors, severe postoperative condition, and the presence of post-traumatic stress disorder were taken into account. The method of conducting classes for these patients was individual. The average duration of the rehabilitation program was 21 days and was based on the principles of early onset, intensity, and integration of psychological aspects.

Daily classes lasted 60 min. and included:

1. Control of edema and stump formation: regular, up to 3 times a day, elastic bandaging using the spiciform method to create a cone-shaped shape; limb positioning to prevent edema and contractures (avoiding prolonged adduction and internal rotation of the shoulder);

2. Prevention of contractures and restoration of range of motion: passive and active movements in the remaining joints (shoulder, elbow - if available), daily goniometry to control the amplitude.

3. Functional strengthening: isometric and isotonic exercises to strengthen the muscles of the shoulder girdle and trunk; training of the healthy arm for compensatory functions.

4. Sensory and psychological work: desensitization of the stump (massage, tapping, use of different textures) to reduce hypersensitivity and phantom pain; training in stump care and preparation for prosthetics [9].

The research focused on the characteristics of the pain syndrome, which was assessed using the VAS. In the first days after the operation, most patients experienced unbearable, severe pain. All patients were prescribed appropriate pain medication by the attending physician. The nature of the pain changed every day: on day 7, no patient had unbearable pain, very severe and moderate pain prevailed. On day 14, moderate pain was experienced by 91.7% of the injured. By the 21st day of the rehabilitation program, 58.3% of patients periodically experienced mild pain, subject to the action of an external stimulus, and 41.7% noted minor pain sensations. The dynamics of pain intensity is shown in Fig. 1.

MMT was performed to assess the strength of the muscles of the shoulder joint of the affected/operated arm. According to the data obtained, the flexion indices on the first day: Me-20; Q1- 20; Q3 - 20; on the third day of rehabilitation: Me-30; Q1- 30; Q3 - 40; on the 21st day: Me-4.50; Q1- 40; Q3 - 50. Extension indices: on the first day: Me-2.50; Q1- 30; Q3 - 30; on the third day of rehabilitation: Me-3.50; Q1- 30; Q3 - 40; on the 21st day: Me-4.50; Q1- 40; Q3 - 50. Abduction index: on the first day: Me-2.50; Q1- 20; Q3 - 30; on the third day of rehabilitation: Me-30; Q1- 30; Q3 - 40; on the 21st day: Me-40; Q1- 40; Q3 - 50. Adduction indicators: on the first day: Me-30; Q1- 20; Q3 - 30; on the third day of rehabilitation: 40; Q1- 30; Q3 - 40; on the 21st day: Me-40; Q1- 40; Q3 - 40. According to all the studied indicators, the difference is statistically significant at the $p < 0.05$ significance level.

To determine the dynamics of the amplitude of movements in the shoulder joint of the operated limb, the goniometry method was used for the main movements.

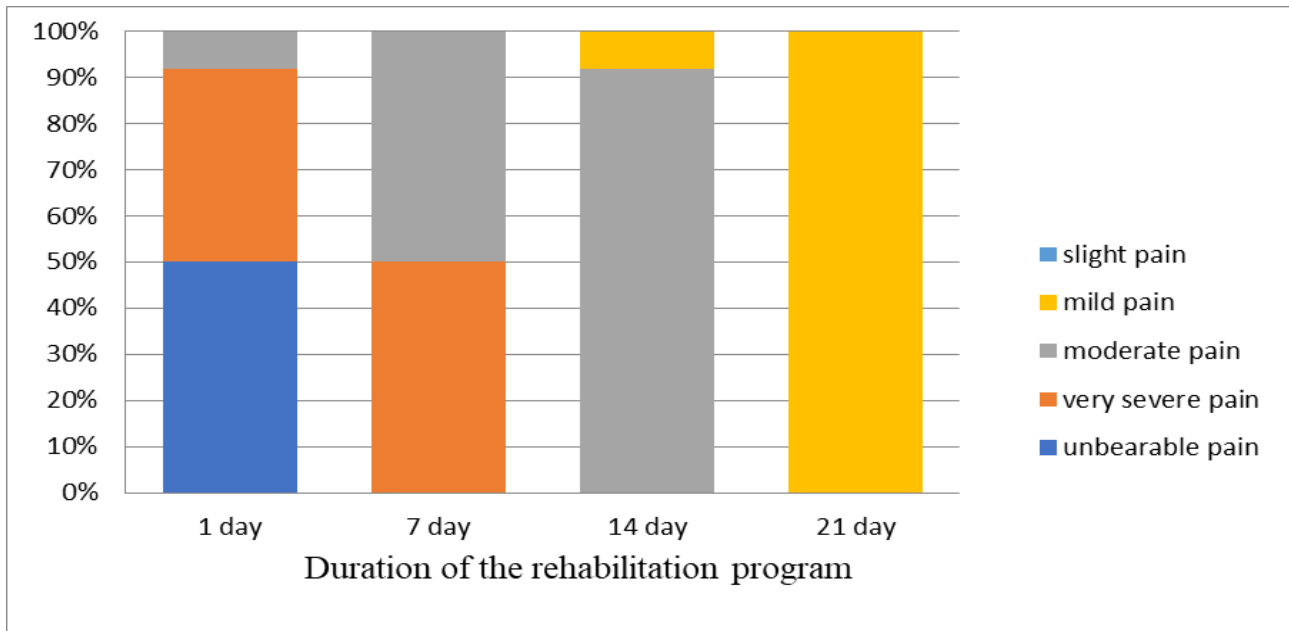


Fig. 1. Dynamics of pain intensity, VAS, %

Thus, according to the data obtained, the flexion indicators on the first day: Me-88.50; Q1- 84.50; Q3 – 91.50; on the third day of rehabilitation: Me-100.50; Q1- 95.50; Q3 – 104.50; on the 21st day: Me-134.50; Q1- 131.00; Q3 – 139.00. Extension indicators: on the first day: Me-33.50; Q1- 31.50; Q3 – 35.00; on the third day of rehabilitation: Me-40.00; Q1- 38.50; Q3 – 41.50; on the 21st day: Me-47.00; Q1- 45.50; Q3 – 48.50. Abduction indicator: on the first day: Me-97.00; Q1- 93.50; Q3 – 101.50; on the third day of rehabilitation: Me-111.50; Q1- 108.50; Q3 – 117.50; on the 21st day: Me-143.50; Q1- 138.50; Q3 – 151.50. Adduction indicators: on the first day: Me-13.00;

Q1- 12.00; Q3 – 14.00; on the third day of rehabilitation: Me-18.00; Q1- 17.00; Q3 – 19.00; on the 21st day: Me-23.00; Q1- 22.00; Q3 – 24.00. All patients showed positive dynamics of varying degrees, improvement of motor function of the shoulder joint after conducting an individualized program of FT and ET. For all the studied indicators, the difference is statistically significant at the significance level $p < 0.05$. Table 1 presents the results of individual percentage changes in the amplitude of movements in the shoulder joint of the operated limb. The obtained data are taken into account when adjusting the individual program of FT and ET.

Table 1

Individual dynamics of the motor function of the shoulder joint of the operated injured limb

№ patient	Indicator dynamics, %			
	bending	extension	withdrawal	bringing
1	52.94%	28.57%	47.37%	83.33%
2	50.0%	53.33%	50.0%	71.43%
3	60.0%	41.18%	50.0%	76.92%
4	52.17%	46.88%	47.62%	66.67%
5	51.14%	36.11%	47.96%	90.91%
6	52.63%	45.16%	50.00%	76.92%
7	59.04%	51.52%	47.92%	71.43%
8	58.62%	46.67%	49.02%	83.33%
9	49.45%	31.43%	47.87%	66.67%
10	53.57%	46.88%	49.50%	90.91%
11	50.56%	41.18%	47.31%	76.92%
12	52.69%	36.11%	48.54%	71.43%

For an objective assessment of the psycho-emotional state of patients, the Hamilton Anxiety Scale was used. Anxiety assessment is an important indicator that allows the therapist to adapt the approach in time: change the load, involve a psychologist/psychotherapist, and establish communication with the family.

On the 3rd day, the average anxiety score among patients was 25.42 ± 2.77 points, which corresponds to clinically pronounced anxiety. Severe anxiety was recorded in 7 patients (58.3%), moderate anxiety in 41.7% (5 patients). This indicates the need to include elements of psychological support in the post-traumatic rehabilitation program in

order to improve the emotional state of patients, increase their motivation for the rehabilitation process, and prevent psycho-emotional disorders.

On the 20th day, a significant decrease in anxiety was observed to 13.17 ± 2.12 points. All study participants had a mild degree of anxiety. Comparison of two related

samples showed a statistically significant difference at the significance level $p < 0.001$. The dynamics of individual results of changes in psycho-emotional state are shown in Fig. 2.

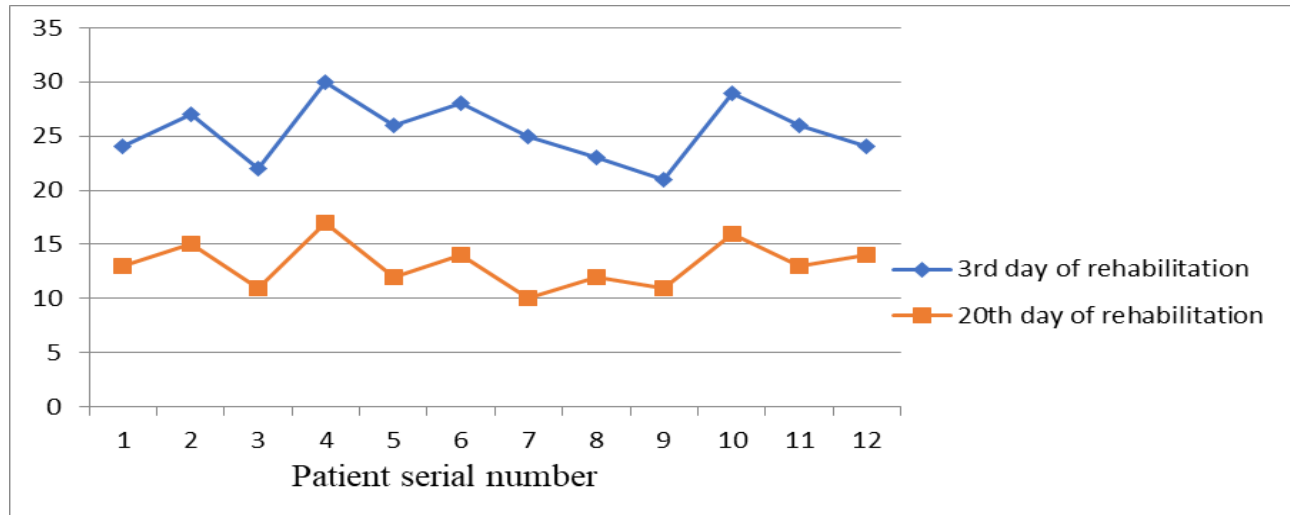


Fig. 2. Results according to the Hamilton scale, points.

Functional independence, which was examined according to the Barthel scale at the beginning of the study, had an average score of 45.0 ± 2.04 points, which indicated a pronounced dependence of patients in most activities of daily living. This is explained by the consequences of a recent operation, pain syndrome and lack of adaptive skills. After a 21-day course of FT and ET, the average score increased to 75.0 ± 2.04 points, which transferred patients to the category of moderate dependence. This increase is statistically highly significant ($p < 0.001$).

Clinically, this means that patients have successfully mastered basic self-care skills, which is a direct result of the integration of early ET into the post-traumatic rehabilitation program.

Increasing independence not only improves physical skills, but also has a positive effect on the psycho-emotional state, reducing anxiety associated with a sense of helplessness and dependence on medical personnel/relatives.

Discussion of the results. The obtained results confirm the hypothesis that the comprehensive program of FT and ET has a significant positive effect on the psycho-emotional state of patients in the acute period after amputation. The decrease in anxiety levels, which was statistically significant, is a direct consequence of several factors integrated into the FT and ET program:

- active pain management: the rehabilitation program provided significantly more effective pain control, eliminating one of the main causes of psychological distress;
- restoration of control - early training of the patient in stump care, positioning and preparation for prosthetics transforms the serviceman from a passive recipient of care into an active participant in the process, which restores his sense of control over his own body and future [14];
- physical progress - improved muscle strength and

stump formation create a reliable physical basis for prosthetics, eliminating uncertainty, which is a source of anxiety.

In our study of an integrated early PT and ET program in patients with upper limb amputation, a significant decrease in the level of anxiety on the Hamilton scale was observed - from clinically pronounced to mild after 21 days. The obtained results are consistent with the data of other authors who emphasize the importance of psycho-emotional support in post-traumatic rehabilitation. For example, the study by Al Ghailani et al. (2025) showed that professional psychological support significantly increases the resilience of patients after amputations and contributes to better adaptation [1].

However, some studies show a different picture. In the work of Jo et al. (2021) it was found that in the first 6 months after traumatic amputation, approximately 60% of patients suffered from anxiety. This is a significantly higher figure than ours on the 20th day [10]. A possible reason for this difference is the different chronological context: our intervention started very early (1–21 days), which could have prevented the increase in psychological distress, while in the Jo study anxiety levels were measured at a more distant period. In addition, the level of support, social and psychological resources may have differed.

Our results also correlate with systematic reviews: for example, Rudenko and Assonov (2023) note that PTSD, anxiety, depression often occur after amputation - and these conditions are underestimated in clinical practice [13].

Furthermore, a study by Güvenç et al. (2025), dedicated to patients after amputation of a finger, demonstrated that not only anxiety, but also sleep disturbances significantly worsen the quality of life [8]. This emphasizes that

the psycho-emotional state after amputation is multidimensional and is not reduced only to the level of anxiety - it is extremely important to also consider other factors (sleep, depression, adaptation to the prosthesis).

Another important aspect is the role of social support. Al Ghailani et al. (2025) [1] emphasize that social and psychological resources (self-esteem, support, acceptance of the prosthesis) are strongly correlated with psychological resilience. In our study, although we did not measure psychological resilience separately, the improvement in independence (according to the Barthel index) and the decrease in anxiety may partly reflect the increase in internal resources and acceptance of the new reality.

Also, there are methodological differences that may explain the discrepancies with the results of other researchers. For example, many studies used cohorts of patients with different types of upper and lower limb amputations, while our study was exclusively devoted to shoulder amputations of military personnel - patients with unique psychological challenges (combat trauma, stress, social maladjustment).

Conclusion. The results of the research confirm the effectiveness of a comprehensive program of early PT and ET in patients in the acute postoperative period after upper limb amputation. Already during the first three weeks of rehabilitation, a significant decrease in pain intensity, improvement in muscle strength and range of motion in the shoulder joint, an increase in the level of functional independence, and a pronounced decrease in anxiety were noted. The obtained results are consistent with the data of modern scientific studies that emphasize the importance of integrated multidisciplinary approaches to early post-traumatic rehabilitation.

The decrease in the level of anxiety recorded within the program indicates a significant impact of psycho-emotional support and training in self-care skills on the ability

of patients to adapt to new functioning conditions. At the same time, the data we obtained demonstrate that early interventions can prevent the development of profound psychological distress, which is characteristic of the later stage of rehabilitation in other studies.

Thus, an individualized early PT and ET program can be considered as a basic component of postoperative management of patients with upper limb amputation. Its application provides a comprehensive impact on the physical and psychoemotional aspects of recovery and creates favorable conditions for the subsequent stage of prosthetics.

Prospects for further research. Conduct a study with a duration of more than 21 days, for example, for 3–6 months, to understand the stability of the effect of early rehabilitation on the level of anxiety. Study the impact of social and family support, integrating surveys of relatives, social adaptation and support resources to optimize multidisciplinary approaches.

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest regarding this study, including financial, personal, authorship or other nature, which could affect the study and its results presented in this article

Funding. The study was conducted without financial support.

Acknowledgements. To the patients and their relatives who participated in the study and to colleagues of the multidisciplinary team for their assistance in implementing individual rehabilitation programs.

Author contributions: S.M. Shovstak a) conception and design; c) provision of materials for the study; d) collection and synthesis of data; e) analysis and interpretation of results; f) writing of the manuscript; O.Ya. Andriichuk b) administrative support; N.Ya. Ulianytska, L.Yu. Sakharuk g) editing of the manuscript;

All authors have read and agreed with the published version of the manuscript.

References:

- Al Ghailani, A., Rafa Amar, M., Mary, M., & Amr, M. (2025). Exploring the role of psychological support and social factors in resilience among traumatic amputees in North Batinah, Oman: Mixed methodology. *Middle East Journal of Rehabilitation Health Studies*, 12(2), Article e156590. <https://doi.org/10.5812/mejrh-156590>
- Andriichuk, O. Ya., & Sakharuk, L. Yu. (2022). Sotsialnyi pasport patsiyenta z depresiyeyu pry formuvanni indyvidualnoi prohramy fizychnoi terapiyi. *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, 2, 35–39. <https://doi.org/10.31891/pcs.2022.2.6>
- Andriichuk, O. Ya., & Vavdiuk, H. M. (2023). Metody diahnozyky pry porushenni rotatornoi manzhety plecha. *Health & Education*, 4, 26–34. <https://doi.org/10.32782/health-2023.4.26>
- Bespalenko, A. A., ta in. (2020). Alhorytm reabilitatsii viiskovosluzhbovtstv z amputatsiieiu kintsivok na osnovi multyprofesiinoho ta indyvidual'noho pidkhodu. *Ukrainskyi zhurnal viiskovoi medytsyny*, 1, 64–72.
- Cerebrolysin. (2021). Broshura shkal i testiv dlia otsinky stanu patsiyenta: Osnovni shkaly klinichnoi otsinky — vid hostroho insul'tu do neiroreabilitatsii [Brochure]. Cerebrolysin Ukraine. https://cerebrolysin.com.ua/fileadmin/user_upload/stroke/addition/Cerebrolysin-Scales-21.pdf
- Feng, Z. (2023). Psychological intervention and therapy after blast injury. In Z. Wang & J. Jiang (Eds.), *Explosive Blast Injuries*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2856-7_1328
- Fizychna reabilitatsiia pislia amputatsii. EnableMe Ukraina. <https://www.enableme.com.ua/ua/article/fizyczna-reabilitacia-pisla-amputacii-10647>
- Güvenç, K., & Eker Güvenç, Şebnem. (2025). Evaluation of anxiety, depression, and sleep quality in patients following traumatic finger amputation surgery. *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery*, 60(1), 144–145. <https://doi.org/10.2340/jphs.v60.44127>
- Humanity & Inclusion (Handicap International). (2024). Rannia reabilitatsiia patsiyentiv pislia am-

- putatsii: Clinical Handbook Ukraine (March 2024). https://www.hi.org/sn_uploads/Humanity-Inclusion-Clinical-Handbook-Ukraine-FINAL_March2024.pdf
10. Jo, S. H., Kang, S. H., Seo, W. S., Koo, B. H., Kim, H. G., Yun, S. H. (2021). Psychiatric understanding and treatment of patients with amputations. *Journal of Yeungnam Medical Science*, 38(3), 194–201. <https://doi.org/10.12701/yujm.2021.00990>
 11. Maffoni, M., Casati, A., Tambussi, C., Torlaschi, V., Baldini, M., Dragoni, R., Fundarò, C., Bagnara, L., Ferretti, C., & Pierobon, A. (2025). Psychological and Behavioral Adjustment in Patients with Non-Traumatic Lower Limb Amputation and Prosthesis: A Mixed-Method Triangulation Study. *Journal of Clinical Medicine*, 14(19), 6973. <https://doi.org/10.3390/jcm14196973>
 12. Noori, M. A., & Al-Obaidi, M. (2024). Social interaction and its association with quality of life among lower limb amputees. *Iran Journal of War & Public Health*, 16(2), 161–167. <http://ijwph.ir/article-1-1455-en.html>
 13. Rudenko, Y., & Assonov, D. (2023). Psychological consequences of limb amputation: Literature review. *Psychosomatic Medicine and General Practice*, 8(3), 443. <https://doi.org/10.26766/pmgp.v8i3.443>
 14. Zaslavskiy, P. S. (2023). Dynamika pokaznykiv ortopedychnoho statusu verkhnoi kintsivky u poranenykh z naslidkamy vohnepal'noho polistrukturnoho perelomu kistok peredplichchia pid vplyvom kyst'ovoï terapii. *Rehabilitation and Recreation*, 15(5), 42–49. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.15.5>

УДК 616-056.3+616.89-008.441+615.83+616-036.82

ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ПАЦІЄНТІВ: ОЦІНКА ТРИВОГИ ПІД ЧАС РАНЬОГО ЕТАПУ ПОСТТРАВМАТИЧНОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

С. М. Шостак^{1*}, Н. Я. Ульяницька², О. Я. Андрійчук^{3*}, Л. Ю.Сахарук⁴

ORCID: [0009-0005-4809-8427](https://orcid.org/0009-0005-4809-8427) e-mail: Shostak.Sofia2023@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0002-7369-8935](https://orcid.org/0000-0002-7369-8935) e-mail: ulianutskay.natalia@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0003-4415-4696](https://orcid.org/0000-0003-4415-4696) e-mail: andrijchuk.olga@vnu.edu.ua

ORCID: [0000-0002-7935-8982](https://orcid.org/0000-0002-7935-8982) e-mail: Sakharuk.Liubomyr@vnu.edu.ua

*Кореспондуючі автори: С.М. Шовстак, e-mail: Shostak.Sofia2023@vnu.edu.ua

Резюме. Актуальність дослідження зумовлена зростанням кількості пацієнтів з ампутаціями верхніх кінцівок унаслідок воєнних дій в Україні та необхідністю удосконалення ранньої посттравматичної реабілітації. Ампутація руки, особливо на рівні плеча, призводить до виражених порушень функціонування, різкого зниження рівня самообслуговування та значного психоемоційного стресу. У гострому післяопераційному періоді (1–21 день) для пацієнтів характерні високий рівень тривоги, фантомний біль, зниження рухової активності й залежність у повсякденних діях, що потребує мультидисциплінарного втручання із поєднанням фізичної терапії (ФТ), ерготерапії (ЕТ) та психологічної підтримки.

Мета дослідження – оцінити ефективність комплексної ранньої програми ФТ та ЕТ у пацієнтів із ампутацією верхньої кінцівки, визначивши її вплив на інтенсивність болю, м'язову силу, амплітуду рухів, рівень тривоги та функціональну незалежність.

Методи. Обстежено 12 військовослужбовців чоловічої статі віком 26–52 роки після ампутації на рівні плеча. Використано: шкалу тривоги Гамільтона (НАМ-А), ВАШ для оцінки болю, мануальне м'язове тестування та гоніометрію плечового суглоба, індекс Бартел. Оцінювання проводили на 1–3-й та 20–21-й дні. Реабілітаційна програма включала контроль набряку та формування кукси, профілактику контрактур, вправи для зміцнення м'язів, сенсорну десенсибілізацію, навчання самообслуговуванню та емоційну підтримку.

Результати. На початку дослідження інтенсивність болю у більшості пацієнтів була дуже високою; до 21 дня біль зменшився до слабого або мінімального. Усі показники ММТ та амплітуди рухів достовірно покращилися ($p < 0,05$). Рівень тривоги за НАМ-А знизився з $25,42 \pm 2,77$ балів (клінічно виражена тривога) до $13,17 \pm 2,12$ балів (легкий ступінь) ($p < 0,001$). Функціональна незалежність за індексом Бартел зросла з $45 \pm 2,04$ до $75 \pm 2,04$ бали, що свідчить про перехід від вираженої до помірної залежності ($p < 0,001$). Отримані результати демонструють позитивний вплив ранньої комплексної програми на фізичний та психоемоційний стан, зокрема зменшення тривоги як важливого бар'єра реабілітації.

Висновки. Рання індивідуалізована програма ФТ та ЕТ є ефективною для пацієнтів у гострому періоді після ампутації верхньої кінцівки. Вона сприяє зменшенню болю та тривожності, покращує рухову функцію, силу м'язів і рівень незалежності. Інтеграція психоемоційної підтримки є критично важливою складовою успішної

реабілітації та підготовки пацієнтів до протезування. Отримані дані можуть бути використані для формування стандартизованих протоколів ранньої вітчизняної реабілітації.

Водночас отримані нами дані демонструють, що ранні втручання можуть попереджати розвиток глибокого психологічного дистресу, який характерний для пізнішого етапу реабілітації в інших дослідженнях.

Індивідуалізована рання програма фізичної терапії та ерготерапії може розглядатися як базовий компонент післяопераційного менеджменту пацієнтів з ампутацією верхньої кінцівки. Її застосування забезпечує комплексний вплив на фізичні та психоемоційні аспекти відновлення та створює сприятливі умови для подальшого етапу протезування.

Ключові слова: ампутація верхньої кінцівки; фізична терапія; ерготерапія; гострий період; тривога; мануальне м'язове тестування; гоніометрія; індекс Бартел; психоемоційний стан; реабілітація.

Стаття надійшла в редакцію 25.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.57

УДК 615.825-053.6:616.834-007.17

ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ ПІДЛІТКІВ РАНЬОГО ВІКУ (10–14 РОКІВ) ЗІ СКОЛІОТИЧНОЮ ПОСТАВОЮ: ОГЛЯД ДОКАЗОВИХ МЕТОДІВ

К. П. Мавродій¹, І. В. Головченко¹, М. Г. Аравіцька², І. К. Чурпій⁴, Д. В. Морозенко³,
С. І. Данильченко^{1*}

¹Херсонський державний університет, кафедра фізичної терапії та ерготерапії, м. Херсон, Україна

²Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра фізичної терапії, ерготерапії, м. Івано-Франківськ, Україна,

³ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

⁴Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фізичної терапії та ерготерапії, м. Івано-Франківськ, Україна

ORCID: [0009-0006-3115-9040](https://orcid.org/0009-0006-3115-9040), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

ORCID: [0000-0003-2153-2367](https://orcid.org/0000-0003-2153-2367), e-mail: igolovchenko@ksu.ks.ua

ORCID: [0000-0003-2000-823X](https://orcid.org/0000-0003-2000-823X), e-mail: aravmed@i.ua

ORCID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.com

ORCID: [0000-0001-6505-5326](https://orcid.org/0000-0001-6505-5326), e-mail: d.moroz.vet@gmail.com

ORCID: [0000-0001-5312-0231](https://orcid.org/0000-0001-5312-0231), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

*Кореспондуючі автори: С.І. Данильченко, e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

Резюме. порушення постави в підлітковому віці залишаються однією з найпоширеніших проблем опорно-рухового апарату. Особливо високий ризик прогресування деформацій спостерігається у ранньому підлітковому періоді (10–14 років) через швидкий темп росту скелета, дисбаланс м'язів та малорухливий спосіб життя. Своєчасна консервативна реабілітація спрямована на профілактику переходу постуральних змін у структурні викривлення, покращення функціонального стану організму, зниження болю та підвищення якості життя підлітків.

Мета дослідження. Проаналізувати сучасні засоби фізичної реабілітації підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою, оцінити доказову ефективність основних методів та запропонувати практичні підходи для індивідуалізації реабілітаційних програм.

Матеріали та методи. Проведено систематичний огляд міжнародних публікацій за 2015–2024 роки, що висвітлюють застосування терапевтичних вправ, фізіотерапії, позиційної корекції, корсетотерапії та мультидисциплінарних підходів у лікуванні постуральних порушень підлітків. Аналіз здійснено за даними PubMed, Scopus та Web of Science, включено 40 релевантних джерел. Використано контент-аналіз, порівняльний аналіз результатів та систематизацію ефективних реабілітаційних стратегій.

Результати. Реабілітація підлітків зі сколіотичною поставою має бути багатовимірною та індивідуалізованою. Ключові принципи включають комплексність, індивідуальний підбір методів, профілактичну спрямованість та доказову основу. Найефективнішими вважаються фізіотерапевтичні сколіозо-специфічні вправи (PSSE), зокрема методика Шрот, особливо у поєднанні з корсетотерапією. Допоміжні методи – позиційна корекція, фізіотерапевтичні процедури, кінезіотейпування, міостимуляція та слінг-терапія – підвищують сенсомоторний контроль та зменшують больові прояви, але не мають самостійного коригувального ефекту.

Сучасні програми передбачають три етапи: діагностично-планувальний, корекційно-тренувальний та підтримувальний. Під час реабілітації важливе значення має зміцнення глибоких м'язів тулуба, дихальні техніки, формування правильної постуральної гігієни та активна участь батьків. Додатково застосування інтерактивних технологій, таких як відеоаналіз рухів та віртуальна реальність (VR), сприяє точнішому контролю положення тіла, поліпшенню мотивації підлітків та швидшому формуванню коректних рухових стереотипів. Комплексне поєднання фізичних та технологічних методик дозволяє не лише покращити поставу, а й підвищити загальну фізичну активність, координацію та витривалість підлітків, що є ключовим фактором у профілактиці рецидивів постуральних порушень. Психологічна підтримка підлітків сприяє підвищенню мотивації, зниженню тривожності та стабільності результатів.

Висновки. Ефективна фізична реабілітація підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою ґрунтується на комплексному та індивідуалізованому підході, з урахуванням віку, ступеня скелетної зрілості та характеру постуральних змін. Провідним доказовим методом є PSSE (методика Шрот) у поєднанні з корсетотерапією. Допоміжні втручання та психологічна підтримка забезпечують цілісність реабілітаційного процесу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на стандартизацію протоколів PSSE, оцінку довготривалих результатів та оптимізацію комбінованих терапевтичних моделей.

Ключові слова: підлітки, сколіотична постава, фізична терапія, фізична реабілітація, PSSE, корсетотерапія, психологічна підтримка, корсетна терапія.

Вступ. Порушення постави в дитячому та підлітковому віці залишаються однією з найпоширеніших проблем опорно-рухового апарату: в ранньому підлітковому періоді (10–14 років) відзначається підвищений ризик прогресування деформацій через швидкий темп росту скелета, статурні та м'язові дисбаланси, а також малорухливий спосіб життя. Своєчасна консервативна реабілітація у вигляді терапевтичних вправ, спеціалізованих методик та допоміжних заходів (масаж, фізіотерапія, ортези) спрямована не лише на профілактику переходу постуральних змін у структурні викривлення, а й на поліпшення функціонального стану дихальної й серцево-судинної систем, зниження болю та підвищення якості життя підлітка [1-3].

Останні систематичні огляди та мета-аналізи вказують на зростаючі докази ефективності програм терапевтичних вправ, особливо фізіотерапевтичних сколіозо-специфічних вправ (PSSE) та методики Шрот (Schroth), у зменшенні кута викривлення (Cobb), покращенні торсальної симетрії та функціональних показників у підлітків з легкими та помірними формами викривлення. Водночас частина досліджень підкреслює гетерогенність протоколів і необхідність індивідуалізації підходів [4, 5].

Міжнародні рекомендації SOSORT підкреслюють важливість поєднання **носіння корсета (bracing)** із програмами PSSE (сколіотичні специфічні вправи) та ретельного моніторингу дотримання призначень для досягнення кращих результатів і запобігання прогресуванню викривлення [1, 6, 7].

Мета роботи. Проаналізувати сучасні засоби фізичної реабілітації підлітків раннього віку (10–14 років) зі сколіотичною поставою, визначити доказову ефективність основних методів (терапевтичні вправи, масаж, фізіотерапія, корсетна терапія) та запропонувати практичні підходи для формування індивідуалізованої програми реабілітації.

Матеріали та методи дослідження. У цьому оглядовому дослідженні було систематизовано сучасні наукові дані щодо ефективності фізичної реабілітації підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою. Аналіз проведено за матеріалами міжнародних публікацій, що висвітлюють застосування фізичних вправ, фізіотерапевтичних технологій, позиційної корекції, корсетотерапії та мультидисциплінарних підходів у консервативному лікуванні постуральних порушень.

Пошук літератури здійснювався у базах даних

PubMed, Scopus та Web of Science за ключовими словами “adolescent posture”, “scoliotic posture”, “physical therapy”, “physiotherapeutic scoliosis-specific exercises”, “pediatric rehabilitation”. До аналізу було включено 40 наукових джерел, опублікованих переважно у 2015–2024 роках. Критеріями відбору виступали: відповідність тематиці підліткової ортопедії та фізичної терапії; наявність результатів, що стосуються дітей віком 10–14 років або близьких вікових груп; достовірність методології; дані про вплив втручань на фізичне, функціональне та психоемоційне здоров'я.

Методологічний підхід включав контент-аналіз, порівняльний аналіз результатів різних авторів, а також систематизацію ефективних реабілітаційних стратегій, які застосовуються у підлітків зі сколіотичною поставою. Такий дизайн дозволив виокремити провідні тенденції, визначити ефективні компоненти комплексної терапії та окреслити перспективні напрями для подальших досліджень у галузі дитячої фізичної реабілітації.

Результати. Фізична реабілітація при сколіотичній поставі у підлітків раннього віку (10–14 років) повинна бути багатомірною, індивідуалізованою та адаптованою до етапу росту. У цьому віці прискорений темп росту скелета підвищує ризик прогресування постуральних відхилень, тому мета реабілітації – не лише симптоматичне полегшення, а й корекція рухових патернів, врівноваження м'язового тону та формування довготривалих навичок підтримки правильної постави. У сучасній літературі підкреслюється, що найбільш ефективними є індивідуалізовані програми, засновані на принципах фізіотерапевтичних сколіозо-специфічних вправ (Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises, PSSE), які становлять основу консервативного лікування у підлітковому віці [1, 8].

Принципи і цілі реабілітації. Реабілітація підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою базується на низці принципів, які визначають ефективність втручань та їхню відповідність біологічним особливостям періоду активного росту. У сучасній практиці такі підходи ґрунтуються на комплексності, індивідуалізації, профілактичній спрямованості та використанні методів із доведеною ефективністю.

Першим ключовим принципом є **комплексність**, яка передбачає поєднання фізіотерапевтичних сколіозо-специфічних вправ (PSSE), лікувального масажу, фізіотерапевтичних процедур, кінезіотейпування

та, за показаннями, корсетотерапії. Взаємодія цих компонентів забезпечує вплив як на м'язово-зв'язковий апарат, так і на рухові стереотипи, що формують постуральну асиметрію [1].

Другим принципом є **індивідуалізація реабілітаційних програм**. Призначення втручань здійснюється з урахуванням віку пацієнта, ступеня скелетної зрілості (Risser sign), величини кута викривлення за Cobb, типу кривизни та рівня мотивації підлітка. Такий підхід дозволяє оптимізувати інтенсивність і складність вправ, контролювати ризики прогресування та підвищувати прихильність до лікування [9-11].

Особливе значення у віковій групі 10–14 років має **профілактична спрямованість програми**. Оскільки саме в цей період формується більшість функціональних постуральних відхилень, своєчасна корекція спрямована на запобігання переходу функціональної асиметрії у структурний сколіоз. У рамках профілактики велику увагу приділяють формуванню правильних звичок сидіння, носіння рюкзака, способу організації навчального простору та розвитку навичок регулярного виконання домашніх вправ.

Четвертий принцип – **доказовість застосовуваних методів**. Наразі найбільшу доказову підтримку серед консервативних підходів мають фізіотерапевтичні сколіозо-специфічні вправи (PSSE), зокрема методика Шрот, ефективність яких підтверджена даними рандомізованих і проспективних досліджень. У поєднанні з корсетотерапією PSSE забезпечують вищі результати у запобіганні прогресуванню викривлення в підлітків із кривими середнього та високого ризику

Узагальнення сучасних підходів до реабілітації підлітків зі сколіотичною поставою ґрунтується на взаємодоповнюючих принципах, які забезпечують біомеханічну, функціональну та профілактичну ефективність програм, що особливо важливо в період активного соматичного росту [1, 9-11].

Структурно-етапна модель програми. У сучасних публікаціях виокремлюють три етапи реабілітаційної програми:

Діагностично-планувальний етап: аналіз постуральних змін, оцінка м'язового балансу, формування індивідуальних цілей.

Корекційно-тренувальний етап: виконання PSSE, дихальних та стабілізаційних вправ, позиційна корекція, освітні компоненти.

Підтримувальний етап: закріплення сформованих навичок, індивідуальний домашній комплекс, періодичний моніторинг.

Таким чином, програма фізичної реабілітації при сколіотичній поставі у підлітків є багатокомпонентною і базується на поєднанні доказових методів корекції, стабілізації та формуванні постуральних навичок. Її ефективність значною мірою визначається регулярністю виконання вправ, індивідуальним підбором методик та мультикомпонентним підходом [1, 12, 13].

Основні методики: огляд, механізм дії та доказова база

Терапевтичні вправи (PSSE – physiotherapeutic scoliosis-specific exercises). Коригувальні вправи залишаються найбільш доказовим методом покращення постурального контролю та зменшення функціональних проявів асиметрії тулуба. У систематичних оглядах зазначається, що виконання PSSE сприяє підвищенню м'язової витривалості, формуванню адекватних рухових стереотипів та стабілізації хребта в умовах інтенсивного росту [14]. Особливе значення мають асиметричні та деторсійні вправи, спрямовані на відновлення симетрії та корекцію ротаційних компонентів постави за рахунок навичкової перебудови рухових патернів, середньо- та довготривалого підвищення тонуусу слабких м'язів і розтягнення скорочених груп; інтеграції дихальних патернів [9].

У більшості досліджень наголошується на важливості зміцнення глибоких м'язів тулуба, які забезпечують сегментарну стабільність хребта. Тренування *m. transversus abdominis*, *m. multifidus* та м'язів тазового поясу сприяє покращенню контролю рухів і зменшенню навантаження на хребтові структури. Підлітковий вік характеризується швидким ростом, що збільшує ризик формування м'язово-постуральних дисбалансів; саме тому стабілізаційний тренінг є одним з базових компонентів реабілітаційної програми [1, 9, 14].

Дихальні та постуральні підходи. Одним з важливих елементів сучасних програм є застосування дихальних методик, спрямованих на оптимізацію роботи грудної клітки та покращення вентиляційних функцій. Методика Шрот, що ґрунтується на тривимірному диханні та коригованих положеннях, демонструє ефективність у покращенні постуральної симетрії та функціональних показників у підлітків зі сколіотичними деформаціями [15]. Дихальні компоненти також підсилюють ефект коригувальних вправ, оскільки впливають на стабілізацію тулуба та формування правильного патерну дихання [16].

Позиційна корекція, формування постуральної гігієни та роль корсетної терапії в реабілітації підлітків зі сколіотичною поставою. Одним із важливих компонентів сучасних програм фізичної реабілітації при сколіотичній поставі є позиційна корекція, спрямована на зниження асиметричного навантаження на хребет та формування правильних рухових і статичних стереотипів у повсякденній діяльності. Позиційна корекція охоплює використання асиметричних укладок, коригованих положень тіла, оптимізацію робочої та навчальної пози, а також рекомендації щодо гігієни сидіння, носіння рюкзака та організації навчального простору.

Дослідження показують, що включення позиційної корекції до комплексних програм реабілітації сприяє більш ефективному контролю постуральних відхилень та посилює результати фізіотерапевтичних сколіозо-специфічних вправ (PSSE). Так, Schreiber та

співавтори (2019) вказують, що поєднання регулярних коригувальних вправ із систематичною корекцією повсякденних положень тіла покращує показники постуральної симетрії, зменшує перевантаження окремих м'язових груп та сприяє стабілізації викривлення в період активного росту [17].

Корсетна терапія (bracing) є ще одним важливим консервативним підходом, застосовуваним у підлітків з ризиком прогресування деформації. Основними показаннями до призначення корсета є наявність викривлень у діапазоні, що має потенціал до прогресування під час росту (переважно від 20°–25° за Cobb), особливо у пацієнтів із незавершеним ростом скелета. Корсет забезпечує пасивну, а частково й активну механічну корекцію, спрямовану на зменшення ротаційних і латеральних відхилень хребта, а також на стабілізацію досягнутого результату під час проведення коригувальних вправ.

Ефективність корсетотерапії підтверджена у багатьох клінічних дослідженнях, зокрема зазначається, що найкращі результати демонструють жорсткі денні корсети, які забезпечують постійний контроль положення тулуба та діють у ключових зонах деформації. Міжнародні рекомендації SOSORT підкреслюють важливість комбінованого підходу, що передбачає поєднання корсета з програмою PSSE, оскільки фізичні вправи допомагають підтримувати м'язову активність, запобігають гіпотрофії та формують функціональну постуральну стабільність [1].

Суттєвою складовою ефективною програми є навчання підлітка принципам постуральної гігієни – правильному положенню тулуба під час сидіння, навчання, фізичної діяльності та побутових навантажень. Поведінкові інтервенції сприяють формуванню навички підтримки коректної постави у повсякденних умовах, що є критично важливим у віці активного росту

Позиційна корекція, формування постуральної гігієни та раціонально призначена корсетотерапія є взаємодоповнювальними компонентами комплексної програми фізичної реабілітації. Їх поєднання дозволяє впливати як на біомеханічні аспекти деформації, так і на щоденні рухові стереотипи, що є ключовим для стабілізації постави у період швидкого росту підлітків [18, 19].

Лікувальний масаж і мануальні техніки. Масаж у рамках комплексної програми виконує допоміжну роль: зменшує м'язовий гіпертонус, покращує кровотік, підвищує еластичність тканин та підготує пацієнта до виконання коригувальних вправ. Фізіотерапевтичні методи, такі як електростимуляція, магнітотерапія чи теплові процедури, розглядаються як ад'ювантні втручання, що покращують комфорт пацієнта та підсилюють ефект основних компонентів, хоча самостійно не впливають на величину деформації [1, 20].

Фізіотерапевтичні процедури у комплексній реабілітації підлітків зі сколіотичною поставою.

Фізіотерапевтичні методи розглядаються як допоміжний компонент комплексної програми реабілітації при сколіотичній поставі. Їхнє основне завдання полягає у зменшенні м'язової напруги, поліпшенні локальної трофіки та зниженні больового синдрому, що створює сприятливі умови для виконання фізичних вправ та формування коригованих рухових стереотипів. Водночас сучасні огляди наголошують, що фізіотерапія не може розглядатися як самостійний метод корекції деформацій, а має застосовуватися виключно у поєднанні з активними реабілітаційними втручаннями [1, 21].

Одним із найбільш поширених методів є електростимуляція, включаючи функціональну електростимуляцію (FES) і транскутанну електронейростимуляцію (TENS). Електростимуляція може застосовуватися для вибіркової активації слабких м'язових груп, покращення їхньої трофіки та підсилення ефекту стабілізаційних вправ. Однак дані досліджень свідчать, що ізольоване використання електростимуляції не забезпечує тривалого коригувального ефекту без паралельного застосування вправ для формування м'язового корсета. Нові систематичні огляди відзначають потенційні переваги комбінованого застосування FES з програмами фізичних вправ, що може позитивно впливати на функціональний стан м'язів глибокої стабілізації [22].

Інші фізіотерапевтичні методи, зокрема теплотерапія, ультразвукова терапія, низькоінтенсивне лазерне випромінювання та бальнеологічні процедури, виконують переважно симптоматичну та підтримувальну функцію. Застосування теплових процедур сприяє зменшенню м'язового спазму та поліпшенню кровообігу; ультразвукова та лазерна терапія використовуються для модулювання запальних реакцій та прискорення відновних процесів. Бальнеотерапія може доповнювати загальнорозвивальні та коригувальні програми завдяки позитивному впливу на м'язово-зв'язковий апарат і загальний тонус організму. Проте жоден із цих методів не демонструє доведеної коригувальної дії на структурні або постуральні деформації хребта і тому має розглядатися лише як частина мультикомпонентного підходу [21, 23].

Кінезіотейпування (kinesio-taping).

Кінезіотейпування (kinesio taping, КТ) розглядається як допоміжний метод, що може підсилювати ефект основних засобів фізичної реабілітації при сколіотичних порушеннях постави. Механізм його дії пов'язують передусім із сенсорним впливом на шкірні та пропріоцептивні рецептори, що сприяє покращенню контролю положення тіла та більш точному виконанню коригувальних рухових стереотипів. Додатково кінезіотейпування може знижувати інтенсивність больових відчуттів і м'язової втоми за рахунок покращення мікроциркуляції та зменшення локального м'язового напруження.

Сучасні систематичні огляди та метааналізи свідчать, що застосування КТ у підлітків зі сколіотичною поставою може забезпечувати помірний додатковий ефект у разі його поєднання з активними коригувальними вправами. Дослідники відзначають можливе покращення просторової орієнтації тулуба, незначне зниження кута викривлення за Cobb та зменшення больових проявів, однак підкреслюють, що КТ не може використовуватися як самостійний коригувальний метод і повинен розглядатися винятково як допоміжний компонент у мультифакторній програмі реабілітації [24-26].

Кінезіотейпування доцільно застосовувати у поєднанні з фізичними вправами, постуральним тренуванням та позиційною корекцією, де воно може відігравати роль засобу оптимізації сенсомоторного контролю та зменшення дискомфорту, але не замінює основні терапевтичні втручання.

Міостимуляція, нейром'язова електростимуляція. Міостимуляція та нейром'язова електростимуляція (NMES) застосовуються у реабілітації підлітків зі сколіотичними порушеннями постави як допоміжні засоби, спрямовані на активацію ослаблених м'язових груп, переважно паравертебральних м'язів, що відповідають за стабілізацію хребта. Механізм дії цих методів передбачає індуковане електричними імпульсами скорочення м'язів, що сприяє покращенню їхнього тону, трофіки та підтримці функціональної симетрії під час виконання коригувальних вправ.

Результати клінічних досліджень свідчать, що ефективність NMES значно зростає у разі його поєднання з активними вправами, спрямованими на формування м'язового корсета, розвиток глибокої стабілізації та корекцію рухових стереотипів. Самостійне застосування електростимуляції демонструє лише короточасний ефект, і не забезпечує стійких змін у постуральній симетрії або куті викривлення [27].

Однак електростимуляція може бути корисною для покращення нейром'язового контролю, активації м'язів, які підліток не здатен достатньо задіяти довільно, та для полегшення виконання вправ на початкових етапах реабілітації. Сучасні огляди вказують на помірний рівень доказовості та підкреслюють необхідність подальших досліджень зі стандартизованими протоколами застосування, оскільки у наявних публікаціях спостерігається значна варіабельність щодо інтенсивності, частоти та тривалості процедур [28, 29].

Отже, міостимуляція та NMES можуть відігравати корисну допоміжну роль у комплексній реабілітаційній програмі підлітків зі сколіотичною поставою, однак оптимальним є їх використання виключно у поєднанні з фізичними вправами та методами активної корекції постави.

Слінг-терапія (Redcord/Neurac). Слінг-терапія, зокрема методики Redcord та Neurac, належить до сучасних нейром'язових підходів, спрямованих

на відновлення моторного контролю та активацію глибоких стабілізаторів хребта. Основою методу є виконання вправ у умовах часткової підвіски тіла, що створює нестабільне середовище та стимулює залучення м'язів-стабілізаторів, покращуючи їхню координацію та функціональну взаємодію. За рахунок змінного навантаження та багатовекторної нестабільності слінг-терапія сприяє оптимізації пропріоцептивної відповіді та удосконаленню контролю постави.

Публікації останніх років вказують, що слінг-терапія може бути ефективною у зменшенні больового синдрому, покращенні м'язового балансу та моторики пацієнтів із порушеннями опорно-рухового апарату, включно з постуральними дисфункціями [30, 31]. Застосування Redcord/Neurac у дітей та підлітків із сколіотичною поставою демонструє позитивні результати у контексті функціональної стабілізації, поступового вирівнювання рухових стереотипів та покращення контролю вертикальної пози.

Разом з тим, доказова база щодо прямого впливу слінг-терапії на структурні параметри сколіозу, зокрема на кут викривлення за Cobb, є обмеженою. Оглядові роботи підкреслюють, що метод може мати цінність як додатковий елемент індивідуальної програми реабілітації, особливо коли він поєднується з фізіотерапевтичними вправами, тренуванням глибокої стабілізації та постуральною корекцією [31]. Таким чином, Redcord/Neurac доцільно використовувати як допоміжний компонент у комплексному підході, спрямованому на покращення нейром'язового контролю та функціональної симетрії хребта.

Психологічна підтримка. У процесі фізичної реабілітації підлітків зі сколіотичною поставою важливим компонентом комплексної допомоги є психологічна підтримка. Підлітковий вік (10–14 років) характеризується підвищеною емоційною чутливістю, формуванням самооцінки, критичним ставленням до власного зовнішнього вигляду, тому навіть помірні порушення постави можуть негативно впливати на психоемоційний стан дитини. За даними досліджень, у підлітків із сколіотичними деформаціями частіше спостерігається зниження самооцінки, тривожність, незадоволення образом тіла та уникання соціальних ситуацій [32, 33].

Психологічна підтримка спрямована на зменшення емоційного напруження, формування адекватного ставлення до лікувального процесу та підвищення мотивації до виконання реабілітаційної програми. Важливою є початкова психоедукація – доступне пояснення сутності порушення постави, можливих результатів, необхідності регулярних вправ та поступового характеру змін. Такий підхід знижує тривожність і сприяє внутрішній мотивації пацієнта [34].

Залучення батьків є обов'язковим елементом успішної реабілітації. Підтримка родини допомагає дитині легше адаптуватися до зміни звичного режиму, регулярних занять та можливих обмежень.

Позиція батьків як «партнерів у лікуванні» підвищує комплаєнс і зменшує ймовірність передчасної відмови від програми [35].

У разі необхідності можуть застосовуватися короткі консультативні втручання, спрямовані на подолання тривоги, формування позитивного ставлення до тіла та зміцнення впевненості. Дослідження вказують, що навіть базова підтримувальна психологічна допомога здатна суттєво покращувати емоційний стан та якість життя підлітків, що проходять консервативне лікування [36].

Психологічна підтримка не є окремим видом втручання, а виступає важливою частиною комплексної реабілітації. Вона сприяє формуванню усвідомленого ставлення до лікування, підвищує мотивацію, покращує психологічне благополуччя підлітка та створює умови для більш ефективного виконання фізичних методик.

Обговорення. Незважаючи на значний прогрес у впровадженні фізіотерапевтичних сколіозо-специфічних вправ (PSSE) та комплексних реабілітаційних програм для підлітків зі сколіотичною поставою, у науковій та клінічній практиці зберігається низка невирішених питань, що визначають напрями подальших досліджень. Одним із ключових викликів є потреба стандартизації протоколів PSSE. На сьогодні різні школи та авторські методики пропонують відмінні підходи до інтенсивності, структури та тривалості тренувань, що створює суттєву гетерогенність результатів досліджень і ускладнює порівняння ефективності між програмами [1, 2, 37].

Важливим напрямком майбутніх наукових робіт є проведення довготривалих проспективних досліджень, спрямованих на оцінку стабільності терапевтичних результатів після завершення інтенсивних реабілітаційних втручань. Дослідження низки авторів свідчать про позитивний короткостроковий ефект багатьох методів, проте інформація щодо тривалості цих змін у підлітковому віці залишається обмеженою [16, 38]. Систематичні спостереження у період завершення росту хребта та після нього є принципово важливими для визначення реального внеску реабілітаційних програм у профілактику прогресування деформації.

Для підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою окремий інтерес становлять дослідження комбінованих терапевтичних підходів, які включають поєднання PSSE, корсетотерапії та фізіотерапевтичних процедур. Значний потенціал мають додаткові методи (кінезіотейпування, міостимуляція, Redcord/Neuras) як допоміжні інструменти. На сьогодні саме мультикомпонентні програми демонструють найбільш переконливі результати, однак за даними науковців

доказова база потребує розширення за рахунок рандомізованих контрольованих досліджень (RCT) з великими вибірками та уніфікованими критеріями оцінювання [1, 2, 6]. Такий підхід дозволить визначити оптимальні комбінації втручань та їхню ефективність у різних клінічних групах [39].

Отож, майбутні дослідження повинні зосереджуватися на стандартизації протоколів, довготривалому моніторингу результатів та порівнянні ефективності комплексних мультикомпонентних моделей. Саме ці напрями мають найбільший потенціал для покращення якості реабілітаційного менеджменту підлітків зі сколіотичною поставою [1, 9, 40].

Висновки. Фізична реабілітація підлітків 10–14 років зі сколіотичною поставою має базуватися на комплексному та індивідуалізованому підході, що враховує вік, скелетну зрілість і ступінь постуральних змін. Провідним доказовим методом залишаються фізіотерапевтичні сколіозо-специфічні вправи (PSSE), зокрема методика Шрот; їх поєднання з корсетотерапією значно підвищує ефективність профілактики прогресування деформації.

Допоміжні методи – позиційна корекція, фізіотерапевтичні процедури, кінезіотейпування, нейром'язова електростимуляція та слінг-терапія – сприяють покращенню сенсомоторного контролю та зменшенню больових проявів, проте не мають самостійного коригувального ефекту і повинні розглядатися як додаткові до активних вправ. Психологічна підтримка підлітка істотно підвищує прихильність до лікування та стабільність результатів, забезпечуючи цілісність реабілітаційного процесу.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження мають бути спрямовані на стандартизацію протоколів PSSE, оцінку довготривалих результатів та вивчення ефективності комбінованих терапевтичних моделей.

Конфлікт інтересів. Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно цього дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в статті.

Фінансування. Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Авторські внески: Д.В. Морозенко а) концепція та дизайн; К.П. Мавродій в) надання матеріалів для дослідження; г) збір та узагальнення даних; д) аналіз та інтерпретація результатів; С.І. Данильченко е) написання рукопису; І.В. Головченко, М.Г. Аравіцька, б) адміністративна підтримка; ж) І.К. Чурпій, редагування рукопису;

Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

References:

1. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018 Jan 10;13:3. doi: 10.1186/s13013-017-0145-8. PMID: 29435499.
2. Wang S, Li M, Ren J, Tao J, Fang M, Kong L. Global prevalence and associated risk factors of scoliosis.

- sis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2025 Oct 28;25(1):3640. doi: 10.1186/s12889-025-24905-4. PMID: 41152848.
3. Pedrosa AE, de Azevedo GBL, Cardoso JV, Guimarães JAM, Defino HLA, Perini JA. Polymorphisms in paired box 1 gene were associated with susceptibility of adolescent idiopathic scoliosis: A case-control study. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2022 Jul-Sep;13(3):318-324. doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_54_22. PMID: 36263348.
 4. Ma RT, Wu Q, Xu ZD, Zhang L, Wei YX, Gao Q. Exercise therapy for adolescent idiopathic scoliosis rehabilitation: a bibliometric analysis (1999-2023). *Front Pediatr*. 2024 Jan 4;11:1342327. doi: 10.3389/fped.2023.1342327. PMID: 38239594.
 5. Zhu Y, Zhu C, Song H, Zhang M. Effectiveness of Schroth exercises for adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis. *PeerJ*. 2025 Jul 8;13:e19639. doi: 10.7717/peerj.19639. PMID: 40656945.
 6. Wenxia Z, Yuelong L, Zhou Z, Guoqing J, Huanjie H, Guifang Z, et al. The efficacy of combined physiotherapeutic scoliosis-specific exercises and manual therapy in adolescent idiopathic scoliosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024 Oct 31;25(1):874. doi: 10.1186/s12891-024-07974-1. PMID: 39482645; PMCID: PMC11526564.
 7. Illés TS, Lavaste F, Dubousset JF. The third dimension of scoliosis: The forgotten axial plane. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Apr;105(2):351-359. doi: 10.1016/j.otsr.2018.10.021. Epub 2019 Jan 18. PMID: 30665877.
 8. Bakaliuk TH, Rozheliuk OV, Panasiuk YaV, Stelmakh HO, Makarchuk NR. Rehabilitation approaches to adolescent idiopathic scoliosis in international practice *Art of Medicine (IFNMU)*. 2023;3(27):164-168. (Ukraine). doi: 10.21802/artm.2023.3.27.164
 9. Ma K, Wang C, Huang Y, Wang Y, Li D, He G. The effects of physiotherapeutic scoliosis-specific exercise on idiopathic scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*. 2023 Dec;121:46-57. doi: 10.1016/j.physio.2023.07.005. PMID: 37820462.
 10. Li M, Nie Q, Liu J, Jiang Z. Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr*. 2024 Jul 23;12:1399049. doi: 10.3389/fped.2024.1399049. PMID: 39108696.
 11. Rütwald JM, Eymael RL, Upenieks J, Zhang L, Jacobs C, Pflugmacher R, Schildberg FA. An Overview of the Current State of Pediatric Scoliosis Management. *Z Orthop Unfall*. 2020 Oct;158(5):508-516. doi: 10.1055/a-0965-7760. PMID: 31416110.
 12. Ng SY, Nan XF, Lee SG, Tournavitis N. The Role of Correction in the Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Open Orthop J*. 2017 Dec 29;11:1548-1557. doi: 10.2174/1874325001711011548. PMID: 29399228.
 13. Romano M, Negrini A, Parzini S, Tavernaro M, Zaina F, Donzelli S, Negrini S. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis*. 2015 Feb 5;10:3. doi: 10.1186/s13013-014-0027-2. PMID: 25729406.
 14. You MJ, Lu ZY, Xu QY, Chen PB, Li B, Jiang SD, et al. Effectiveness of Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises on 3-Dimensional Spinal Deformities in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2024 Dec;105(12):2375-2389. doi: 10.1016/j.apmr.2024.04.011. PMID: 38719166.
 15. Zhu Y, Zhu C, Song H, Zhang M. Effectiveness of Schroth exercises for adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis. *PeerJ*. 2025 Jul 8;13:e19639. doi: 10.7717/peerj.19639. PMID: 40656945.
 16. Seleviciene V, Cesnaviciute A, Strukcinskiene B, Marcinowicz L, Strazdiene N, Genowska A. Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercise Methodologies Used for Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis, and Their Effectiveness: An Extended Literature Review of Current Research and Practice. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 28;19(15):9240. doi: 10.3390/ijerph19159240. PMID: 35954620.
 17. Schreiber S, Parent EC, Hill DL, Hedden DM, Moreau MJ, Southon SC. Schroth physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis: how many patients require treatment to prevent one deterioration? - results from a randomized controlled trial - «SOSORT 2017 Award Winner». *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Nov 14;12:26. doi: 10.1186/s13013-017-0137-8. PMID: 29164179.
 18. Aulisa AG, Toniolo RM, Falciglia F, Giordano M, Aulisa L. Long-term results after brace treatment with Progressive Action Short Brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021 Jun;57(3):406-413. doi: 10.23736/S1973-9087.20.06129-8. PMID: 32990686.
 19. Maruyama T. Bracing adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review of the literature of effective conservative treatment looking for end results 5 years after weaning. *Disabil Rehabil*. 2008;30(10):786-91. doi: 10.1080/09638280801889782. PMID: 18432436.
 20. Day JM, Fletcher J, Coghlan M, Ravine T. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. *Arch Physiother*. 2019 Aug 23;9:8. doi: 10.1186/s40945-019-0060-9. PMID: 31463082.
 21. Weiss HR, Goodall D. The treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) according to present evidence. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2008 Jun;44(2):177-93. PMID: 18418338.
 22. Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Feb;50(1):111-21. PMID: 24525556.
 23. Wong C, Shayestehpour H, Koutras C, Dahl B, Otaduy MA, Rasmussen J, et al. Using Electric Stim-

- ulation of the Spinal Muscles and Electromyography during Motor Tasks for Evaluation of the Role in Development and Progression of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Clin Med*. 2024 Mar 19;13(6):1758. doi: 10.3390/jcm13061758. PMID: 38541983.
- 24.
 25. Yağcı G, Turgut E, Yakut Y. Effect of elastic scapular taping on shoulder and spine kinematics in adolescents with idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2020 May;54(3):276-286. doi: 10.5152/j.aott.2020.03.62. PMID: 32442121.
 26. Borzi F, Szychlińska MA, Di Rosa M, Musumeci G. A Short Overview of the Effects of Kinesio Taping for Postural Spine Curvature Disorders. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2018 Nov 27;3(4):59. doi: 10.3390/jfmk3040059. PMID: 33466987.
 27. Ludwig O, Berger J, Becker S, Kemmler W, Fröhlich M. The Impact of Whole-Body Electromyostimulation on Body Posture and Trunk Muscle Strength in Untrained Persons. *Front Physiol*. 2019 Aug 20;10:1020. doi: 10.3389/fphys.2019.01020. PMID: 31481895.
 28. Karimi MT, Rabczuk T. Scoliosis conservative treatment: A review of literature. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2018 Jan-Mar;9(1):3-8. doi: 10.4103/jcvjs.JCVJS_39_17. PMID: 29755230.
 29. Ko EJ, Sung IY, Yun GJ, Kang JA, Kim J, Kim GE. Effects of lateral electrical surface stimulation on scoliosis in children with severe cerebral palsy: a pilot study. *Disabil Rehabil*. 2018 Jan;40(2):192-198. doi: 10.1080/09638288.2016.1250120. PMID: 27927033.
 30. Lee JS, Lee HG. Effects of sling exercise therapy on trunk muscle activation and balance in chronic hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci*. 2014 May;26(5):655-9. doi: 10.1589/jpts.26.655. PMID: 24926126.
 31. Relieving Chronic Back Pain with Neurac Therapy. Systematic Review and Meta-Analysis Synopsis. Available from: https://www.redcord.com/research/relieving-chronic-back-pain-with-neurac-therapy/?utm_source=chatgpt.com
 32. Auerbach JD, Lonner BS, Crerand CE, Shah SA, Flynn JM, Bastrom T, et al. Body image in patients with adolescent idiopathic scoliosis: validation of the Body Image Disturbance Questionnaire--Scoliosis Version. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Apr 16;96(8):e61. doi: 10.2106/JBJS.L.00867. PMID: 24740669.
 33. Mitsiaki I, Thirios A, Panagoulis E, Bacopoulou F, Pasparakis D, Psaltopoulou T, et al. Adolescent Idiopathic Scoliosis and Mental Health Disorders: A Narrative Review of the Literature. *Children (Basel)*. 2022 Apr 22;9(5):597. doi: 10.3390/children9050597. PMID: 35626775.
 34. Lee H, Choi J, Hwang JH, Park JH. Health-related quality of life of adolescents conservatively treated for idiopathic scoliosis in Korea: a cross-sectional study. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016 Mar 31;11:11. doi: 10.1186/s13013-016-0071-1. PMID: 27299160.
 35. Schwiager T, Campo S, Weinstein SL, Dolan LA, Ashida S, Steuber KR. Body Image and Quality of Life and Brace Wear Adherence in Females With Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2017 Dec;37(8):e519-e523. doi: 10.1097/BPO.0000000000000734. PMID: 26886460.
 36. Piątek E, Zawadzka D, Ostrowska B. Correlation between the clinical condition of scoliosis and own body image perception among girls with adolescent idiopathic scoliosis. *Physiotherapy Quarterly*. 2018;26(3):34-38. doi: 10.5114/pq.2018.78374
 37. Dong H, You M, Li Y, Wang B, Huang H. Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercise for the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2024 Jan 1;104(1):14-25. doi: 10.1097/PHM.0000000000002524. PMID: 38726971.
 38. Karavidas N, Iakovidis P, Chatziprodromidou I, Lytras D, Kasimis K, Kyrkousis A, Apostolou T. Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises (PSSE-Schroth) can reduce the risk for progression during early growth in curves below 25°: prospective control study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2024 Apr;60(2):331-339. doi: 10.23736/S1973-9087.24.08177-2. PMID: 38502554.
 39. Wang Z, Zhu W, Li G, Guo X. Comparative efficacy of six types of scoliosis-specific exercises on adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024 Dec 26;25(1):1070. doi: 10.1186/s12891-024-08223-1. PMID: 39725973.
 40. Liu D, Yang Y, Yu X, Yang J, Xuan X, Yang J, et al. Effects of Specific Exercise Therapy on Adolescent Patients With Idiopathic Scoliosis: A Prospective Controlled Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020 Aug 1;45(15):1039-1046. doi: 10.1097/BRS.0000000000003451. PMID: 32675606.

UDC 615.825-053.6:616.834-007.17

PHYSICAL REHABILITATION OF EARLY ADOLESCENTS (10–14 YEARS) WITH SCOLIOTIC POSTURE: A REVIEW OF EVIDENCE-BASED METHODS

K. P. Mavrodii¹, I. V. Golovchenko¹, M. G. Aravitska², I. K. Churpiy⁴, D. V. Morozenko³, S. I. Danylchenko¹

¹Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

²Vasily Stefanyk Precarpathian National University, Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Ivano-Frankivsk, Ukraine

³DI “Institute of Spine and Joint Pathology named after Prof. M.I.Sytenko NAMS of Ukraine”, Kharkiv, Ukraine

⁴Ivano-Frankivsk National Medical University, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Ivano-Frankivsk, Ukraine

ORCID: [0009-0006-3115-9040](https://orcid.org/0009-0006-3115-9040), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

ORCID: [0000-0003-2153-2367](https://orcid.org/0000-0003-2153-2367), e-mail: igolovchenko@ksu.ks.ua

ORCID: [0000-0003-2000-823X](https://orcid.org/0000-0003-2000-823X), e-mail: aravmed@i.ua

ORCID: [0000-0003-1735-9418](https://orcid.org/0000-0003-1735-9418), e-mail: ch.igor.if@gmail.com

ORCID: [0000-0001-6505-5326](https://orcid.org/0000-0001-6505-5326), e-mail: d.moroz.vet@gmail.com

ORCID: [0000-0001-5312-0231](https://orcid.org/0000-0001-5312-0231), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

***Correspondence:** S.I. Danylchenko, e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

Abstract. Postural disorders during adolescence are among the most common musculoskeletal problems. The risk of deformity progression is especially high in early adolescence (10–14 years) due to rapid skeletal growth, muscle imbalance, and sedentary lifestyles. Timely conservative rehabilitation aims to prevent postural changes from developing into structural deformities, improve functional body condition, reduce pain, and enhance adolescents' quality of life.

Aim of the research. To analyze current physical rehabilitation strategies for adolescents aged 10–14 with postural scoliosis, evaluate the evidence-based effectiveness of key methods, and propose practical approaches for customizing rehabilitation programs.

Materials and Methods. A systematic review of international publications from 2015 to 2024 was conducted, focusing on therapeutic exercises, physiotherapy, postural correction, corset therapy, and multidisciplinary approaches in treating adolescent postural disorders. Data from PubMed, Scopus, and Web of Science, including 40 relevant sources, were analyzed. Content analysis, comparative evaluation, and systematization of effective rehabilitation strategies were performed.

Results. Rehabilitation for adolescents with postural scoliosis should be multidimensional and tailored to each individual. Key principles include comprehensiveness, individualized method selection, preventive focus, and evidence-based practice. The most effective interventions are physiotherapeutic scoliosis-specific exercises (PSSE), particularly the Schroth method, which is especially beneficial when combined with corset therapy. Additional methods, as postural correction, physiotherapy procedures, kinesio-taping, myostimulation, and sling therapy, enhance sensorimotor control and reduce pain, but do not have independent corrective effects. Contemporary programs involve three stages: diagnostic-planning, corrective-training, and maintenance. Core strengthening, breathing techniques, proper postural hygiene, and active parental involvement are crucial in rehabilitation. Additionally, interactive technologies such as motion video analysis and virtual reality (VR) contribute to more precise body positioning, increased motivation among adolescents, and faster development of correct movement patterns. Using both physical and technological methods together not only improves posture but also boosts overall physical activity, coordination, and endurance, all essential for preventing recurrences of postural disorders. Psychological support increases motivation, reduces anxiety, and helps stabilize outcomes.

Conclusions. Effective physical rehabilitation for adolescents aged 10–14 with postural scoliosis relies on a comprehensive, individualized approach that considers age, skeletal maturity, and the nature of postural changes. The most supported evidence-based method is the PSSE (Schroth method) combined with corset therapy. Auxiliary interventions and psychological support help ensure the success of rehabilitation. Future research should focus on standardizing PSSE protocols, evaluating long-term outcomes, and refining combined therapeutic approaches.

Keywords: adolescents, postural scoliosis, physical therapy, physical rehabilitation, PSSE, corset therapy, psychological support, corset therapy.

Стаття надійшла в редакцію 03.12.2025 р.
Стаття прийнята до видання 21.12.2025 р.

ВИПАДКИ З ПРАКТИКИ

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.66

УДК 616.14-089.844-006.5

**РЕПЛАНТАЦІЯ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ ПІСЛЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОГО
ТРАВМАТИЧНОГО ВІДЧЛЕНУВАННЯ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК**

Р. І. Трутяк*, І. Р. Трутяк, О. В. Королюк

*ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького», кафедра хірургії №2,
кафедра травматології, ортопедії та воєнно-польової хірургії, м. Львів, Україна*ORCID: [0000-0002-6156-1587](https://orcid.org/0000-0002-6156-1587), e-mail: trutiak_ro@yahoo.comORCID: [0000-0001-8157-3449](https://orcid.org/0000-0001-8157-3449), e-mail: ihortrutiak@yahoo.comORCID: [0009-0008-5392-1635](https://orcid.org/0009-0008-5392-1635), e-mail: o.korolyuk@gmail.com**Кореспондуючі автори: Р.І. Трутяк, e-mail: trutiak_ro@yahoo.com*

Резюме. Поліструктурні високоенергетичні ушкодження, зокрема травматичні відчленування нижніх кінцівок, залишаються однією з найскладніших проблем сучасної реконструктивної хірургії. Вони супроводжуються високим ризиком інвалідизації, значною частотою ускладнень і навіть летальністю, що зумовлює складність прийняття рішень щодо реплантації. Незважаючи на розвиток мікросудинних технологій, реплантація нижніх кінцівок залишається рідкісною процедурою, що зумовлено складністю анатомічних взаємин, значним об'ємом ушкоджених тканин та високою частотою невдач при ампутаціях на рівні стегна. У представленому клінічному випадку описано успішну реплантацію нижньої кінцівки, після повного відчленування бензопилою, у молодого 20-річного пацієнта. Пацієнт, з відчленованим сегментом та стабільними вітальними показниками, був доставлений у районну лікарню через 20 хвилин після моменту травми. Клінічна тактика ґрунтувалася на швидкій оцінці життєздатності відчленованого сегмента за модифікованою шкалою MESS. Мультидисциплінарна команда ухвалила рішення про реплантацію. Першочергово проведено комбінований остеосинтез. Протягом першого етапу проводилася безперервна холодова перфузія кристалоїдів із гепарином через поверхневу стегнову артерію, що зменшувало ішемічне та реперфузійне ушкодження тканин відчленованого сегмента. На наступному етапі було проведено відновлення венозного й артеріального кровообігу з використанням реверсованого сегмента великої підшкірної вени для заміщення артеріального дефекту. Перед відновленням кровотоку виконано повношарову чотириохфутлярну фасціотомію м'язів гомілки для профілактики компартмент-синдрому, який є одним із провідних чинників невдачі реплантації. Судинний етап тривав 2 години, кровоплин відновлено через 4 години після травми. Нервові структури ушиті з відстрочкою, на третю добу накладено епіневральні шви сідничного нерва. У післяопераційному періоді застосовано VAS-терапію для контролю ранового процесу та профілактики інфекційних ускладнень. Часткові некрози м'яких тканин ліквідовано повторними хірургічними обробками з подальшою аутодермопластикомією. На момент виписки (1,5 місяця) кінцівка була життєздатною, проте чутливість залишалась відсутньою. Після загоєння ран пацієнт готувався до реконструкції стегнового нерва. Представлений випадок підтверджує, що успішність лікування таких складних травм залежить від чіткої хірургічної стратегії, мультидисциплінарного підходу, оптимального остеосинтезу, швидкої ревазуляризації, своєчасних фасціотомій, профілактики інфекцій та координованої роботи мультидисциплінарної команди навіть у несприятливих умовах.

Висновки. Поєднання оптимальної передопераційної оцінки, багатокомпонентного хірургічного втручання та контрольованого післяопераційного догляду забезпечило збереження кінцівки та відновлення її життєздатності, що підкреслює актуальність удосконалення реконструктивних технологій у лікуванні тяжких травм опорно-рухового апарату.

Наш клінічний випадок демонструє, що пацієнти з високоенергетичними поліструктурними травмами кінцівок потребують чіткої тактики ведення вже на догоспітальному етапі. Успішність реплантації високих відчленувань нижніх кінцівок забезпечує комплексний мультидисциплінарний підхід, швидка ревазуляризація, оптимальне відновлення кісткових структур і судин, контроль інфекційних ускладнень та адекватне післяопераційне ведення.

Ключові слова: реплантація нижньої кінцівки, травматичне відчленування кінцівки, високоенергетична травма, травма судин, реперфузійний синдром, судинна реконструкція, травматичне відчленування, інвалідність.

Вступ. Поліструктурні травматичні ушкодження кінцівок, особливо травматичні відчленування, є причиною високих показників інвалідності та навіть смерті травмованих [1, 2]. Згідно з літературними даними кількість таких високоенергетичних травм збільшується. Тому удосконалення хірургічної техніки реплантації травматично відчленованих кінцівок є важливим для збереження більшої кількості власних кінцівок у травмованих [3, 4]. Повідомлення про реплантацію нижньої кінцівки є досить рідкісними, оскільки, на відміну від верхньої кінцівки, така

травма зустрічається значно рідше [3, 5]. Показання до реплантації нижньої кінцівки є значно більше прецизійні, ніж для реплантацій верхніх кінцівок через вищий ризик розвитку різних ускладнень [6].

Матеріали і організація досліджень. 9 квітня 2020 року 20-річний чоловік отримав високоенергетичну травму правої ноги бензопилою: скальповане повне відчленування правої нижньої кінцівки на рівні нижньої третини стегна (рис. 1).



Рис. 1 Відчленований сегмент на рівні правого стегна.

У зв'язку із пандемією Covid-19 спеціалізований центр з надання допомоги при травмах кінцівок був перепрофільований для надання допомоги пацієнтам із SARS-CoV-2. Через 20 хвилин після травми пацієнта з джутом на стегні доставили у районну міську лікарню. Відчленований сегмент доставлений обгорнутим у лід. При надходженні: свідомість ясна, АТ 90–100 мм рт. ст., пульс 100–115/хв, ЧДР 17–19/хв, констатовано травматичний шок І ступеня. Оцінка ризиків реплантації за модифікованою шкалою MESS становила 7 балів [7]. Мультидисциплінарною командою було прийнято рішення виконати реплантацію.

На першому етапі виконано комбінований металоостеосинтез стрижневим апаратом зовнішньої фіксації та позиційними гвинтами. Під час встановлення металоконструкції проводили безперервну струминну інфузію відчленованого сегмента через поверхневу стегнову артерію охолодженим фізіологічним розчином з гепарином [14, 15]. Для профілактики компартмент-синдрому виконано повношарові фасціотомії [8].

Після системної гепаринізації відновлено поверхневу стегнову вену прямим анастомозом. Через значний діастаз між кінцями поверхневої стегнової

артерії (8 см) виконано протезування реверсованим сегментом великої підшкірної вени із гомілки травмованої кінцівки [16, 17]. Тривалість судинного етапу склала 2 години, кровоплин відновлено через 4 години після травми (рис. 2). Виконано хірургічну обробку м'яких тканин. Після ощадної резекції країв пошкодженого сідничного нерва зберігався діастаз між краями, тому накладено навідні шви. Співставлено та ушито його епіневральними швами на 3 добу. Судинно-нервовий пучок прикрито життєздатними м'язами. Частина рани після реплантації прикрито шкірою. Загальна тривалість операції — 7 годин.

Результати та обговорення. Повідомлення про реплантацію нижніх кінцівок є значно рідшими, ніж верхніх, що підтверджено сучасними оглядами [3, 9]. За даними D. Fufa et al. (2014), частка реплантацій нижніх кінцівок становить лише 3,7%. Частота приживлення залежить від рівня ампутації й варіює від 33% до 100% [9]. Задовільні результати частіше спостерігаються при ампутаціях нижче коліна [3, 10, 11]. Реплантації вище коліна мають підвищений ризик ускладнень, серед яких — некроз м'яких тканин, ниркова недостатність, інфекції, що призводить до подальшої ампутації [6, 9, 12]. Сучасні роботи підтверджують такі ж тенденції [4,

12].

Незважаючи на високоенергетичний механізм пошкодження, зона нежиттєздатних тканин у нашого пацієнта була відносно невеликою. Сума балів за модифіковано шкалою MESS (7 балів)

була максимально допустимою для реплантації [7]. Молодий вік і відсутність супутньої патології також сприяли успіху.

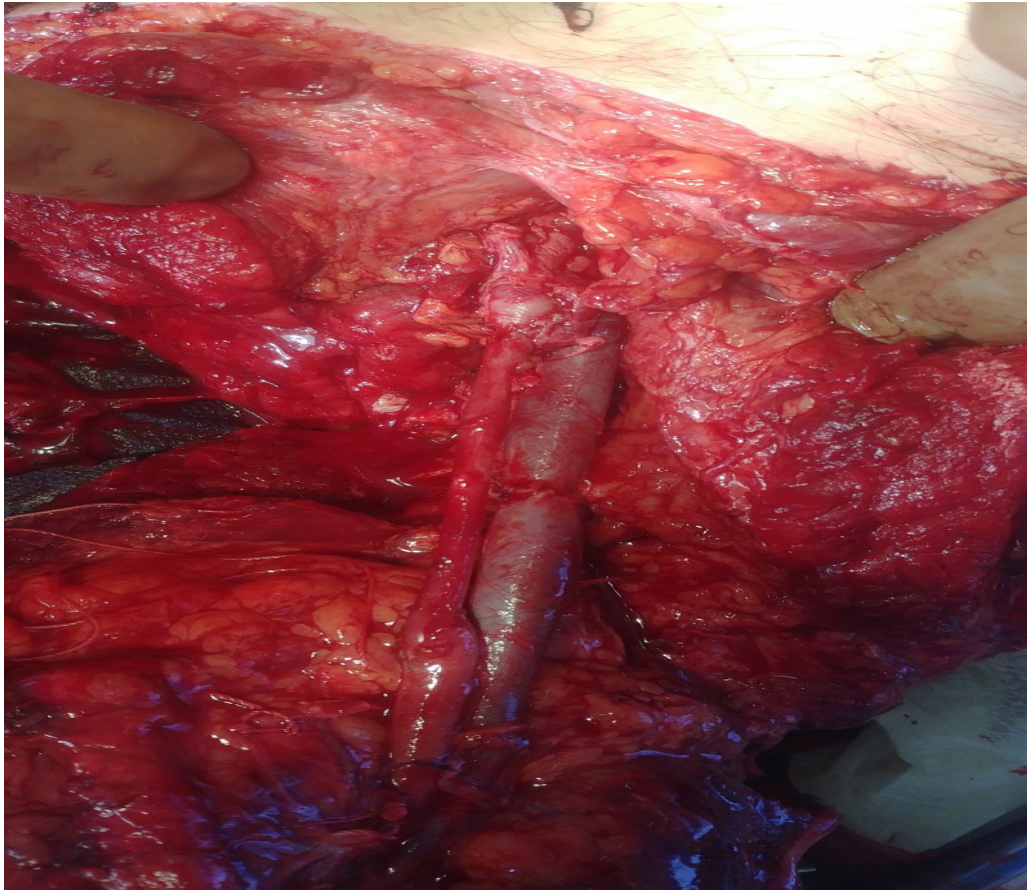


Рис.2. Протезування діастазу (8 см) між кінцями поверхневої стегнової артерії реверсованим сегментом великої підшкірної вени та анастомоз на поверхневій стегнової вени.

Ключовим фактором успішності є якнайшвидше відновлення кровоплину. Однак пріоритетним етапом є стабілізація кістки, про що зазначають інші автори [2, 13]. Нами виконано комбінований остеосинтез.

Для сповільнення ішемічного ураження тканин відчленованої ноги проводилася постійна струминна кристалоїдна холодова перфузія через поверхневу стегнову артерію. Ця маніпуляція також дає можливість зменшити наслідки реперфузійного синдрому [14, 15]. Перед накладанням венозного анастомозу слід перевірити прохідність просвіту на наявність тромботичних мас. Важливість першочергового відновлення венозного відтоку полягає в тому, що зміна цієї послідовності призводить до різкого підвищення тиску у мікроциркуляторному руслі та зростання набряку тканин з порушенням капілярного кровоплину, що негативно впливає на перфузію тканин [8, 16].

Через великий дефект артерії сформувати прямий анастомоз було неможливо. Аутовенозний

трансплантат вважається найкращим варіантом у таких випадках, особливо при відкритій травмі, через високий ризик інфекції при використанні синтетичних протезів [16, 17].

Після відновлення кровотоку перші 200 мл венозної крові було вилучено для зменшення системної дії токсичних метаболітів [18].

Сідничний нерв, через його спазм, співставити вдалося лише на третю добу. Враховуючи повне пошкодження іннервації, для забезпечення опорної здатності кінцівки, у гомілко-ступному суглобі стопу було зафіксовано під кутом 90°.

Окремі ділянки некрозів м'яких тканин у ділянці проксимальної частини гомілки пов'язані з високоенергетичним механізмом травми і ощадною хірургічною обробкою під час первинної операції. Для профілактики розвитку інфекційних ускладнень виконували повторні хірургічні обробки рани і застосовували ВАК-пов'язку для терапії негативним тиском [12]. Це дало можливість уникнути нагноєння і

підготувати рану до вільної аутодермопластики.

Додатково для моніторингу виживаності реплантованої кінцівки проводили постійний моніторинг сатурації на пальцях стопи, яка протягом всього періоду спостереження становила 96-99%. Це свідчило про адекватну перфузію тканин всієї нижньої

кінцівки. Контрольні рентгенограми констатували добру репозицію кісткових уламків, сприятливу для зрощення перелому стегнової кістки. Через 1 місяць пацієнтові закрили ранові дефекти шляхом аутодермопластики.



Рис. 3. Права нижня кінцівка у пацієнта на момент виписки, (1,5 місяця після травми).

На момент виписки у пацієнта кінцівка залишалася життєздатною, проте чутливість відсутня. Як наступний етап була запланована реконструктивна нейрохірургічна операція у спеціалізованому центрі. Проте одальші результати лікування встановити не вдалося, оскільки було втрачено контакт із пацієнтом.

Висновки. Поєднання оптимальної передопераційної оцінки, багатокomпонентного хірургічного втручання та контрольованого післяопераційного догляду забезпечило збереження кінцівки та відновлення її життєздатності, що підкреслює актуальність удосконалення реконструктивних технологій у лікуванні тяжких травм опорно-рухового апарату.

Наш клінічний випадок демонструє, що пацієнти з високоенергетичними поліструктурними травмами кінцівок потребують чіткої тактики ведення вже на догоспітальному етапі. Успішність реплантації високих відчленувань нижніх кінцівок забезпечує комплексний мультидисциплінарний підхід, швидка

реvascularизація, оптимальне відновлення кісткових структур і судин, контроль інфекційних ускладнень та адекватне післяопераційне ведення.

Конфлікт інтересів. Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно цього дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в статті.

Фінансування. Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Авторські внески: **Р.І. Трутяк:** а) концепція та дизайн; в) надання матеріалів для дослідження; **І.Р. Трутяк:** г) збір та узагальнення даних; д) аналіз та інтерпретація результатів; **Р.І. Трутяк:** е) написання рукопису; **О.В. Королюк:** б) адміністративна підтримка; **Р.І. Трутяк:** ж) редагування рукопису.

Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

References:

1. Predictors of poor outcome in infrainguinal bypass for trauma / H. M. Ray et al. Journal of vascular surgery. 2019. Vol. 70, no. 6. P. 1816–1822. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.03.056>
2. To shunt or not to shunt in combined orthopedic and vascular extremity trauma / J. R. Włodarczyk et al. Jour-

- nal of trauma and acute care surgery. 2018. Vol. 85, no. 6. P. 1038–1042. URL: <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000002065>
3. Successful lower limb replantation of knee-level amputation in a child: a case report / X.-L. Li et al. The journal of foot and ankle surgery. 2020. Vol. 59, no. 2. P. 427–430. URL: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2019.08.024>
 4. Lymphatico-venous anastomosis in chronic ulcer with venous insufficiency: a case report / E. Cigna et al. Microsurgery. 2021. Vol. 41, no. 6. P. 574–578. URL: <https://doi.org/10.1002/micr.30753>
 5. Bilateral leg replantation in a 3-month-old baby after a knee level crush amputation—a 2-year follow-up / K. Bulic et al. Annals of plastic surgery. 2017. Vol. 78, no. 3. P. 304–306. URL: <https://doi.org/10.1097/sap.0000000000000965>
 6. Lower limb replantations: indications and a new scoring system / B. Battiston et al. Microsurgery. 2002. Vol. 22, no. 5. P. 187–192. URL: <https://doi.org/10.1002/micr.22505>
 7. Balbuena, M., Almeida, K., Almeida, P., Coutinho, B., Silva, T., & Saad, F. (2014). Foot replantation in children: A case report. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, 29(4). URL: <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2014RBCP0102>
 8. Feliciano D. V. Pitfalls in the management of peripheral vascular injuries. Trauma surgery & acute care open. 2017. Vol. 2, no. 1. P. e000110. URL: <https://doi.org/10.1136/tsaco-2017-000110>
 9. Survival and secondary surgery following lower extremity replantation / D. Fufa et al. Journal of reconstructive microsurgery. 2014. Vol. 30, no. 06. P. 419–426. URL: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363778>
 10. Utilization of arterial grafts in foot replantation / S. S. Sirvan et al. Journal of vascular surgery cases and innovative techniques. 2017. Vol. 3, no. 1. P. 44–46. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvscit.2016.11.002>
 11. Lower limb replantation after guillotine amputation: a 29-year follow-up / N. Bosma et al. Journal of reconstructive microsurgery. 2015. Vol. 31, no. 09. P. 681–683. URL: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1558429>
 12. Losco L., Ciamarra P., Cigna E. Comments on “Fenestrated adipofascial reverse flap for the reconstruction of fingertip amputations”. Microsurgery. 2020. Vol. 40, no. 2. P. 282. URL: <https://doi.org/10.1002/micr.30562>
 13. Desai, P., Audigé, L., & Suk, M. (2012). Combined orthopedic and vascular lower extremity injuries: Sequence of care and outcomes. American Journal of Orthopedics, 41(4), 182–186. PMID: 22530222.
 14. Ex vivo limb perfusion for traumatic amputation in military medicine / A. Kaltenborn et al. Military medical research. 2020. Vol. 7, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00250-y>
 15. Optimization of an ex-vivo limb perfusion protocol for vascularized composite allograft transplantation / K. Amin et al. Transplantation. 2018. Vol. 102. P. S436–S437. URL: <https://doi.org/10.1097/01.tp.0000543221.37650.c0>
 16. aghinia A. H. Pediatric replantation and revascularization. Hand clinics. 2019. Vol. 35, no. 2. P. 155–178. URL: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2018.12.006>
 17. Teixeira P. G. R., DuBose J. Surgical management of vascular trauma. Surgical clinics of north america. 2017. Vol. 97, no. 5. P. 1133–1155. URL: <https://doi.org/10.1016/j.suc.2017.05.001>
 18. McNally M. M., Univers J. Acute limb ischemia. Surgical clinics of north america. 2018. Vol. 98, no. 5. P. 1081–1096. URL: <https://doi.org/10.1016/j.suc.2018.05.002>

UDC 617.98-089.87

LOWER LIMB REPLANTATION AFTER HIGH-ENERGY TRAUMATIC AMPUTATION: A MULTIDISCIPLINARY APPROACH AND SURGICAL TACTICS

R. I. Trutaik*, I. R. Trutaik, O. V. Korolyuk

DNP «Danylo Halytsky Lviv National Medical University», Department of Surgery No. 2, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Lviv, Ukraine

ORCID: [0000-0002-6156-1587](https://orcid.org/0000-0002-6156-1587), e-mail: trutiak_ro@yahoo.com

ORCID: [0000-0001-8157-3449](https://orcid.org/0000-0001-8157-3449), e-mail: ihortrutiak@yahoo.com

ORCID: [0009-0008-5392-1635](https://orcid.org/0009-0008-5392-1635), e-mail: o.korolyuk@gmail.com

* **Corresponding author:** R.I. Trutaik, e-mail: trutiak_ro@yahoo.com

Abstract. Polystructural high-energy injuries, particularly traumatic amputations of the lower extremities, remain one of the most challenging problems in contemporary reconstructive surgery. These injuries are associated with

a high risk of disability, a substantial complication rate, and even mortality, which makes decision-making regarding replantation extremely complex. Despite advances in microsurgical techniques, lower-limb replantation remains a rare procedure due to the complexity of anatomical relationships, the significant volume of damaged tissues, and the high failure rate associated with transfemoral amputations. The present clinical case describes a successful replantation of a lower limb following complete traumatic amputation by a chainsaw in a 20-year-old patient. The patient, with an amputated segment and stable vital signs, arrived at the district hospital 20 minutes after injury. The clinical strategy was based on rapid assessment of the amputated segment's viability using the modified MESS score. A multidisciplinary team decided to proceed with replantation. The initial step involved combined osteosynthesis. During the first operative stage, continuous cold heparinized crystalloid perfusion was administered through the superficial femoral artery to minimize ischemic and reperfusion injury of the amputated segment. The next stage consisted of restoring venous and arterial circulation using a reversed segment of the great saphenous vein to bridge the arterial defect. Prior to reperfusion, full-thickness four-compartment fasciotomy of the lower leg musculature was performed to prevent compartment syndrome, one of the leading causes of replantation failure. The vascular stage lasted 2 hours, and blood flow was restored 4 hours after injury. Neural structures were repaired in a delayed fashion, with epineural suturing of the sciatic nerve performed on postoperative day 3. In the postoperative period, VAC therapy was used to control the wound process and prevent infectious complications. Areas of partial soft-tissue necrosis were managed with repeated debridements followed by autologous skin grafting. By discharge (1.5 months), the limb remained viable, although sensory function had not recovered. After wound healing, the patient was prepared for femoral nerve reconstruction. This case demonstrates that successful management of such complex injuries depends on a well-defined surgical strategy, a multidisciplinary approach, optimal osteosynthesis, rapid revascularization, timely fasciotomies, infection prevention, and coordinated teamwork even under challenging conditions.

Conclusions. A combination of optimal preoperative assessment, multicomponent surgical intervention, and well-controlled postoperative care ensured limb preservation and restoration of viability, underscoring the importance of advancing reconstructive technologies in the management of severe musculoskeletal trauma. Our clinical case confirms that patients with high-energy polystructural limb injuries require a clearly defined management strategy beginning at the prehospital stage. Successful replantation of high-level lower-extremity amputations is achieved through a comprehensive multidisciplinary approach, rapid revascularization, optimal restoration of bone and vascular structures, strict infection control, and adequate postoperative care.

Keywords: lower limb replantation, traumatic limb amputation, high-energy trauma, vascular injury, reperfusion syndrome, vascular reconstruction, traumatic amputation, disability.

Стаття надійшла в редакцію 04. 11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 20.12.2025 р.

ШКОЛА ЛІКАРЯ

DOI 10.64108/imh.2025.3.4.72

UDC 612.015.3+616-056.2+530.145

“BIOELECTRONIC MEDICINE”: basic definitions and practical significanceG. V. Nevoit^{1,*}, K. Poderiene², S. I. Danylchenko³, M. M. Potyazhenko⁴, O. P. Mintser⁵, G. Jarusevicius⁶, A. Vainoras^{7*}¹Laboratory for Automatization of Cardiovascular Investigations, Cardiology Institute, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania²Department of Health and Rehabilitation, Lithuanian Sports University Institute of Sports Science and Innovation, Kaunas, Lithuania³Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Kherson State University, Ivano-Frankivsk region, Ukraine⁴Department of Internal Medicine and Emergency Medicine, Poltava State Medical University, Poltava, Ukraine⁵Department of Fundamental Disciplines and Informatics, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine⁶Laboratory for Automatization of Cardiovascular Investigations, Cardiology Institute, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania⁷Laboratory for Automatization of Cardiovascular Investigations, Cardiology Institute, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, LithuaniaORCID: [0000-0002-1055-7844](https://orcid.org/0000-0002-1055-7844), e-mail: ganna.nevoit@lsmu.ltORCID: [0009-0000-4151-0742](https://orcid.org/0009-0000-4151-0742), e-mail: kristina.poderiene@lsu.ltORCID: [0000-0001-5312-0231](https://orcid.org/0000-0001-5312-0231), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.comORCID: [0000-0001-9398-1378](https://orcid.org/0000-0001-9398-1378), e-mail: m.potiazhenko@pdmu.edu.uaORCID: [0000-0002-7224-4886](https://orcid.org/0000-0002-7224-4886), e-mail: omintser@gmail.comORCID: [0000-0001-9205-1902](https://orcid.org/0000-0001-9205-1902), e-mail: gediminas.jarusevicius@lsmu.ltORCID: [0000-0002-5732-8520](https://orcid.org/0000-0002-5732-8520), e-mail: alfonsas.vainoras@lsmu.lt***Correspondence:** ganna.nevoit@lsmu.lt (G.V. Nevoit); alfonsas.vainoras@lsmu.lt (A.Vainoras)

Abstract. This is a review of the first lecture in the “Bioelectronic Medicine or Look at Medicine Differently” series, which presents and substantiates its key concepts, meanings, and relevance. This is an educational and scientific project for the further progress of medicine and its quantum fields. The goal is the scientific development and popularization of the Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life, which unites existing medical knowledge with modern biophysical understanding of the organization and functioning of the human body at the nanoscale and deeper.

Medicine is a transdisciplinary branch of scientific knowledge that, in modern conditions, develops through the acquisition of fundamental knowledge from other fields. It is important to note that today, at the start of the 21st century, unique conditions have emerged that allow modern scientists to continue making breakthroughs in medicine. This includes the emergence of a large amount of fundamentally new knowledge, obtained through the research of physicists and biophysicists.

This knowledge continues to be integrated into medicine, but slowly and in complex ways. There are several reasons for this. First, modern science continues to experience an information boom: the number of scientific publications is so vast that a single scientist's lifetime would not be enough to familiarize themselves with them. Second, the development of new transdisciplinary knowledge is significantly complicated by the use of specific terminology, which can be difficult for scientists in the biological and medical fields to understand. Consequently, transdisciplinary gaps between fields are emerging in science.

An example of this is the existing transdisciplinary scientific gap between quantum physics and medicine. Third, complex, lengthy work in systems analysis and the rethinking of existing knowledge is necessary to create a modern, universal paradigm. This requires scientific specialists with the appropriate professional competencies in related fields. Technical conditions for their work and funding for such research are also necessary, and so on.

“A journey of a thousand miles begins with a single step.” Therefore, this publication opens a series of reviews devoted to the development of systems medical knowledge and aimed at integrating existing discoveries in physics/bio-

physics into the medical scientific paradigm. The goal of this review is to present the scientific basis for the promising transdisciplinary scientific field of “Bioelectronic Medicine.”

Conclusions: 1) A new layer of fundamental knowledge in quantum physics has formed a promising new transdisciplinary scientific field – “Bioelectronic Medicine.” This is the latest trend in the development of medical science and education that modern medical scientists must pursue. 2) The Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life is a biological theory that adapts knowledge of quantum physics to medical needs and serves as the theoretical basis for the further practical implementation of quantum medicine in educational and scientific medical fields. 3) The educational, scientific, and practical project “Bioelectronic Medicine” is a promising new “tool” for further developing the latest scientific medical perspective in medical students and doctors, as a guarantee of future progress in the medical field.

Keywords: medicine, bioelectronic medicine, quantum medicine, magneto-electrochemical theory of metabolism and life, new paradigm, biophysics.

Introduction. By the end of the first quarter of the 21st century, medicine as a scientific field had undoubtedly achieved significant achievements [1, 2]. However, many medical problems related to the diagnosis and treatment of chronic diseases of human internal organs remain unresolved [3, 4]. Therefore, the further development of medicine and the search for new avenues for its progress remain relevant.

Medicine is a transdisciplinary branch of scientific knowledge that, in modern conditions, develops through the acquisition of fundamental knowledge from other fields [5]. It is important to note that today, at the start of the 21st century, unique conditions have emerged that allow modern scientists to continue making breakthroughs in medicine. This includes the emergence of a large amount of fundamentally new knowledge, obtained through the research of physicists and biophysicists [6-9]. Breakthroughs in understanding the subatomic structure of matter and the rapid development of information technology have provided a significant basis for fundamental knowledge about the role of electromagnetic processes in the functioning of living organisms and humans [10-14].

This knowledge continues to be integrated into medicine, but slowly and in complex ways. There are several reasons for this. First, modern science continues to experience an information boom: the number of scientific publications is so vast that a single scientist’s lifetime would not be enough to familiarize themselves with them [15]. Second, the development of new transdisciplinary knowledge is significantly complicated by the use of specific terminology, which can be difficult for scientists in the biological and medical fields to understand. Consequently, transdisciplinary gaps between fields are emerging in science.

An example of this is the existing transdisciplinary scientific gap between quantum physics and medicine. Third, complex, lengthy work in systems analysis and the rethinking of existing knowledge is necessary to create a modern, universal paradigm. This requires scientific specialists with the appropriate professional competencies in related fields. Technical conditions for their work and funding for such research are also necessary, and so on.

“A journey of a thousand miles begins with a single step.” Therefore, this publication opens a series of reviews devoted to the development of systems medical knowledge and aimed at integrating existing discoveries in physics/biophysics into the medical scientific paradigm.

The goal of this review is to present the scientific basis for the promising transdisciplinary scientific field of “Bioelectronic Medicine.”

Materials and methods. This scientific material is a fragment of a research work from the Department of Internal Medicine and Emergency Medicine of Poltava State Medical University (23 Shevchenko St., 36011, Poltava, Ukraine) on “Development of algorithms and technologies for implementing a healthy lifestyle in patients with non-communicable diseases based on the study of functional status” (state registration number 0121U108237: UDC 613 616-056-06: 616.1/9-03). It is the result of a systematic analysis of literature data.

Biophysical models and scientific data theorized by physicists and published in the specialized literature were analyzed. General scientific methods (dismemberment and integration of elements of the studied system, imaginary experiment, logical and historical research, analysis, induction, deduction, and synthesis of knowledge) and theoretical methods (method of constructing theory, logical methods, and rules of normative nature) were used in this theoretical study. Scientific work is carried out in conjunction with the following scientific institutions: 1) Lithuanian University of Health Sciences (9, A. Mickevičius St., LT-44307, Kaunas, Lithuania), the cooperation coordinator is Prof., DM A. Vainoras; 2) Shupyk National Healthcare University of Ukraine (9, Dorogozhytska St., 04112, Kiev, Ukraine), the cooperation coordinator is Prof., DM O.P.Mintser; 3) Kherson State University (14, Shevchenka St, Ivano-Frankivsk, 76000, Ivano-Frankivsk region, Ukraine), the cooperation coordinator is As. Prof., PhD S. Danylchenko; 4) Lithuanian Sports University Institute of Sports Science and Innovation (6, Sporto St, LT-44221 Kaunas, Lithuania), the cooperation coordinator is As. Prof., PhD K. Poderiene.

The practical application of the obtained results in medical science is carried out through a series of lectures within the educational-scientific initiative “Bioelectronic Medicine or Look at Medicine Differently” [16].

Results. A logical rethinking and extrapolation of existing biophysical data to the human body led to the creation of a universal biological theory of the role of electromagnetic processes in the formation of the human body’s structure, metabolism, and life. It was called the Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life/Health. This theoretical study began in 2018. In 2021, the

first volume of the monograph [17] was published, which conceptualized the role of electromagnetic processes at the subatomic, atomic, molecular, subcellular, and cellular

levels. This book received positive feedback from leading scientists in Ukraine [18-20] (Figure 1).



Figure 1. Title pages of the monograph and reviews thereof. An excerpt from [17-20] is used.

The obtained results demonstrated the existence of a significant body of biophysical knowledge that has not been fully integrated into medical science [21]. This modern biophysical fundamental knowledge possesses signifi-

cant paradigm-transforming potential for medical science [21, 22]. The concept of quantum energy levels in the structure of matter [23-25] forms the theoretical basis for the idea of Bioelectronic Medicine (Figure 2).

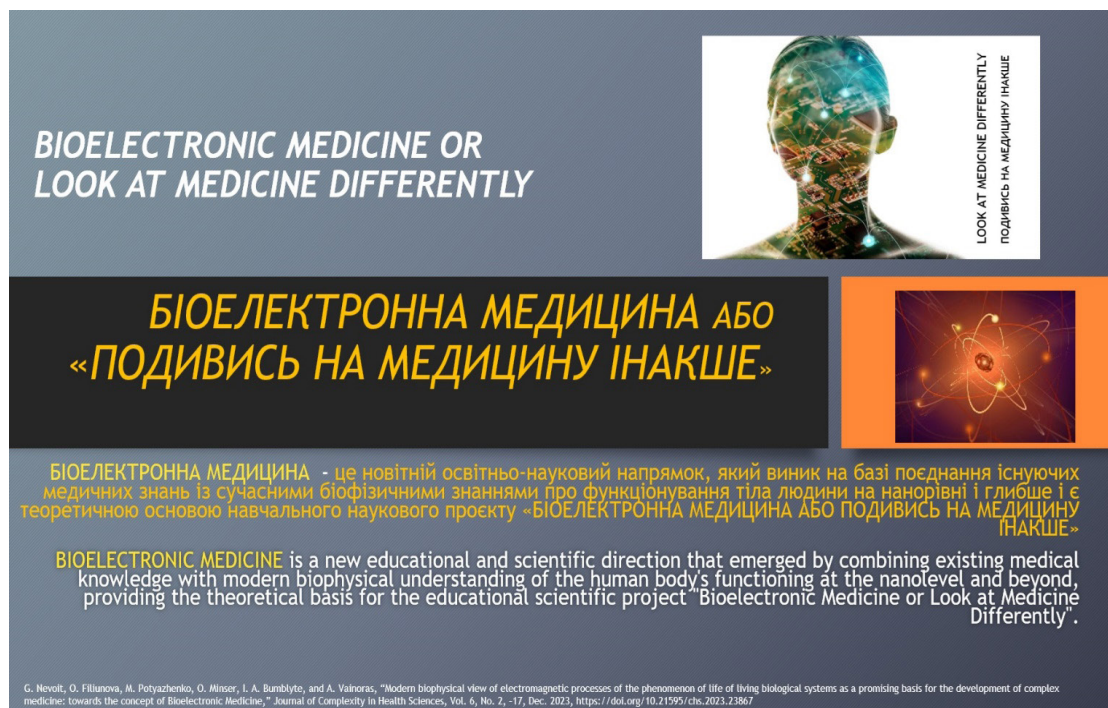


Figure 2. The concept of Bioelectronic Medicine as the basis of the scientific educational project “Bioelectronic Medicine or Look at Medicine Differently.”

Quantum energy levels of the structure of matter as a theoretical basis for Bioelectronic Medicine

Advances in physics, particularly in quantum physics, have fundamentally changed and deepened our understanding of matter. The discovery and development of the Standard Model provided the theoretical basis for substantiating the existence of subatomic levels [23-25]. At subatomic levels, matter is represented in a state of energy

in its various manifestations. According to the Standard Model, atomic components such as the nucleus and electrons are divisible and consist of quarks [23-25]. Quarks are electromagnetic field structures or, in other words, energy [23-25]. Therefore, the structure of the human body can now be correctly represented using such models (Figure 3).

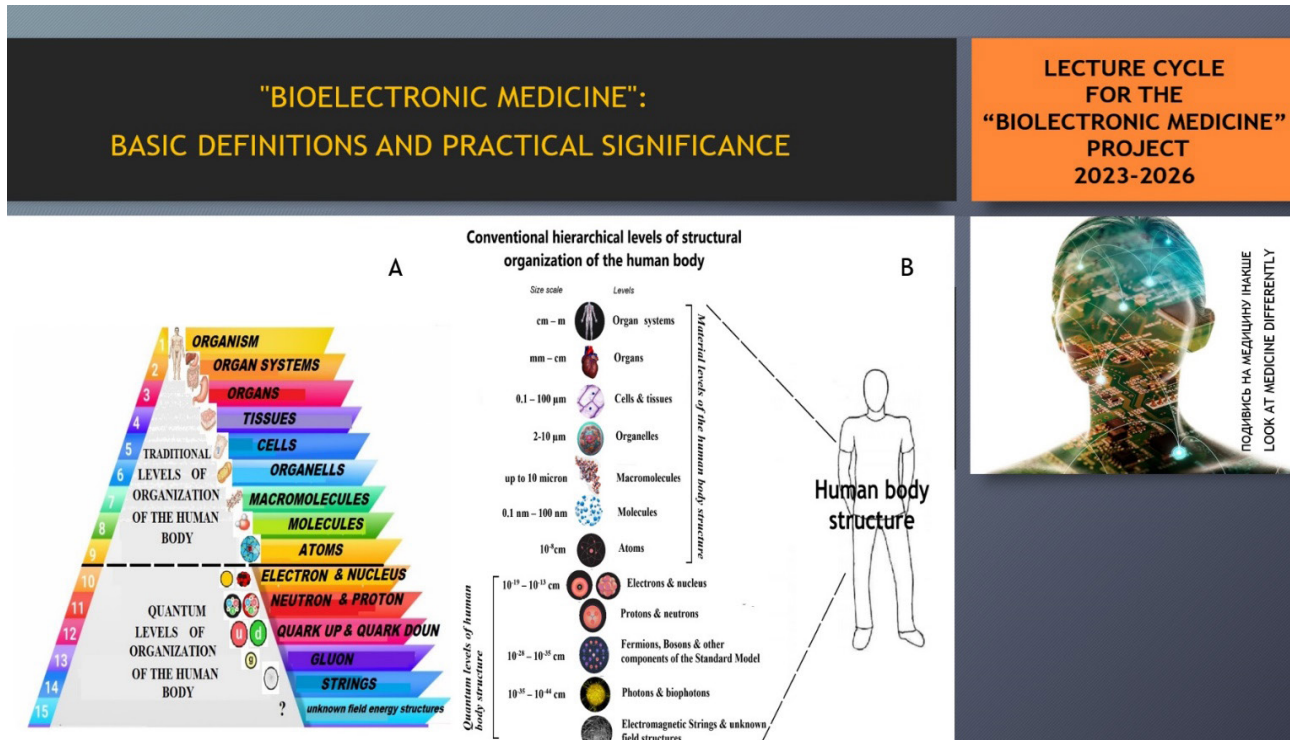


Figure 3. Hierarchical levels of the human body structure. A is a fragment of the figure from [26]; B is a fragment of the figure from [27].

Science now knows that where the material level of atoms ends, the energy level of the structure of matter begins. This is also called the quantum level [26]. In simple terms, this can be described as follows.

If we imagine ourselves delving into the depths of matter, we first see the familiar atomic lattices of matter. Then, after reducing the scale to a level of 10^{-9} – 10^{-13} cm, we see that there are no atoms in matter, but only the energy of the motion of electromagnetic waves in the internal environment. At this “depth,” the atomic nucleus is an electromagnetic phenomenon, conventionally represented as a rotating electromagnetic rod composed of protons and neutrons [26].

Protons and neutrons are magnetic waves moving at the speed of light along a spiral-ring trajectory. Further reduction of the scale to 10^{-28} – 10^{-35} cm corresponds to the description of bosons as rings of wave processes, linked by magnetic and other interactions into ordered structures that occur at a velocity 10^6 times the speed of light, and so on. Therefore, all atoms and molecules at the microscopic level of their structure are an organized form of electromagnetic energy. All interactions between atoms and molecules in cells also occur due to electromagnetic energy. The human body, at the subatomic level, is organized ener-

gy and a complex conglomerate of electromagnetic waves/wave processes [26]. The traditional model for describing the hierarchical levels of the human body’s structure must be supplemented in line with the updated paradigm (Figure 4).

Thus, modern fundamental understanding of the structure of matter at the microlevel significantly broadens scientific views of the structure of the human body and extends the boundaries for further scientific understanding of its fundamental aspects of functioning. A detailed justification and description of the organization of the quantum levels of the human body and their significance from the perspective of systems biology and systems medicine were provided in the Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life [17, 28-31].

The Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life is a biological theory that, for the first time, extrapolated and combined existing knowledge of physics with biological knowledge. On the one hand, this allowed the creation of a unified, logical vision of the role of electromagnetic processes in metabolism and in the phenomena of biological life in living organisms and humans. On the other hand, the Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life applied physical knowledge to bio-

logical understanding.

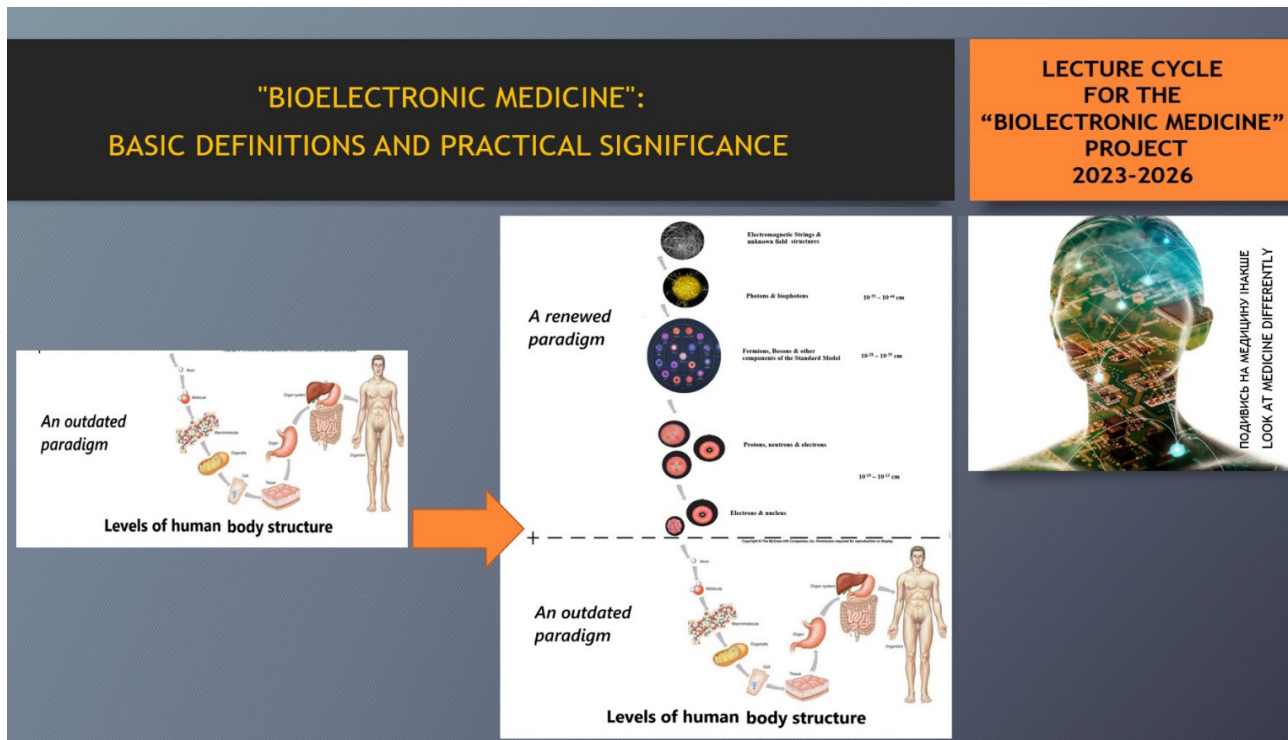


Figure 4. Supplementing the traditional model of the hierarchical structure of the human body according to the knowledge of the updated paradigm.

It resolved the paradox of the interdisciplinary gap between physicists and specialists in biology and medicine in modern science. The Standard Model entered the paradigm of knowledge in the mid-20th century [23-25], but only now is its integration into concepts of the hierarchical levels of human body structure occurring.

Bioelectronic medicine and its diagnostic capabilities.

It is well known that, in our civilization, medical science began by studying the human body at the material level. The structure and functions of organs, tissues, cells, and molecules were studied. Today, the situation has changed, and opportunities have opened up for obtaining diagnostic data from the energetic/quantum level of matter. A new branch of medicine has emerged that relies on quantum-level diagnostic parameters and directs therapeutic interventions accordingly (Figure 3). It is known by various names: quantum medicine, bioelectronic medicine, and energy medicine [26]. Understanding this represents significant scientific progress in the 21st century compared to that of previous centuries.

The term “Bioelectronic Medicine” arose from the understanding that, at the microscopic level of organization in living organisms, electrons serve as energy carriers and participate in all in vivo metabolic transformations of molecules [26]. This term is neither exhaustive nor the most appropriate because the elementary energy carriers of the electromagnetic field are biophotons, and energy can be represented in various forms: electrons, excitons, neutrons, positrons, and so on. For this reason, synony-

mous terms such as “Quantum Medicine,” “Biophotonic Medicine,” and “Energy Medicine” exist in science. Scientists will determine which term is more precise in future research. Currently, there is a practical need to standardize terminology in this developing scientific field. Therefore, the use of the term “Bioelectronic Medicine” is justified. This term is understood by a wide range of scientists from various biomedical fields and has been actively used for several years [26].

Bioelectronic medicine is a scientific field based on the assessment of the frequency-wave parameters of atoms and subatomic structures as objectively existing biological phenomena [16].any existing diagnostic methods in medicine can be classified as bioelectronic medicine techniques, either fully or partially. Examples include such commonly used methods as nuclear magnetic resonance, heart rate variability studies, magnetocardiography, and magnetoencephalography. Long-established methods such as the Vega test and gas-discharge visualization/electrophoton emission analysis can also be classified as bioelectronic medicine methods.

For example, nuclear magnetic resonance is precisely such a method. The essence of this method is the application of a powerful electromagnetic field to the entire human body (Figure 6). This is done to influence the precession/oscillation of each atomic nucleus in the human body’s structure and elicit a resonant response from it. The human body contains the most significant amounts of hydrogen (1H), carbon (13C), sodium (23Na), and phosphorus (31P) nuclei. In the absence of an external field, the

spins and magnetic moments of protons are randomly oriented (central part of Figure 4, left). If a proton is placed in an external magnetic field, its magnetic moment will either be co-directional or counter-directional with the magnetic field (central part of Figure 6, right). In the latter case, its

energy will be higher. The sum of these resonances graphically determines the composition of a particular area of the human body [32, 33].

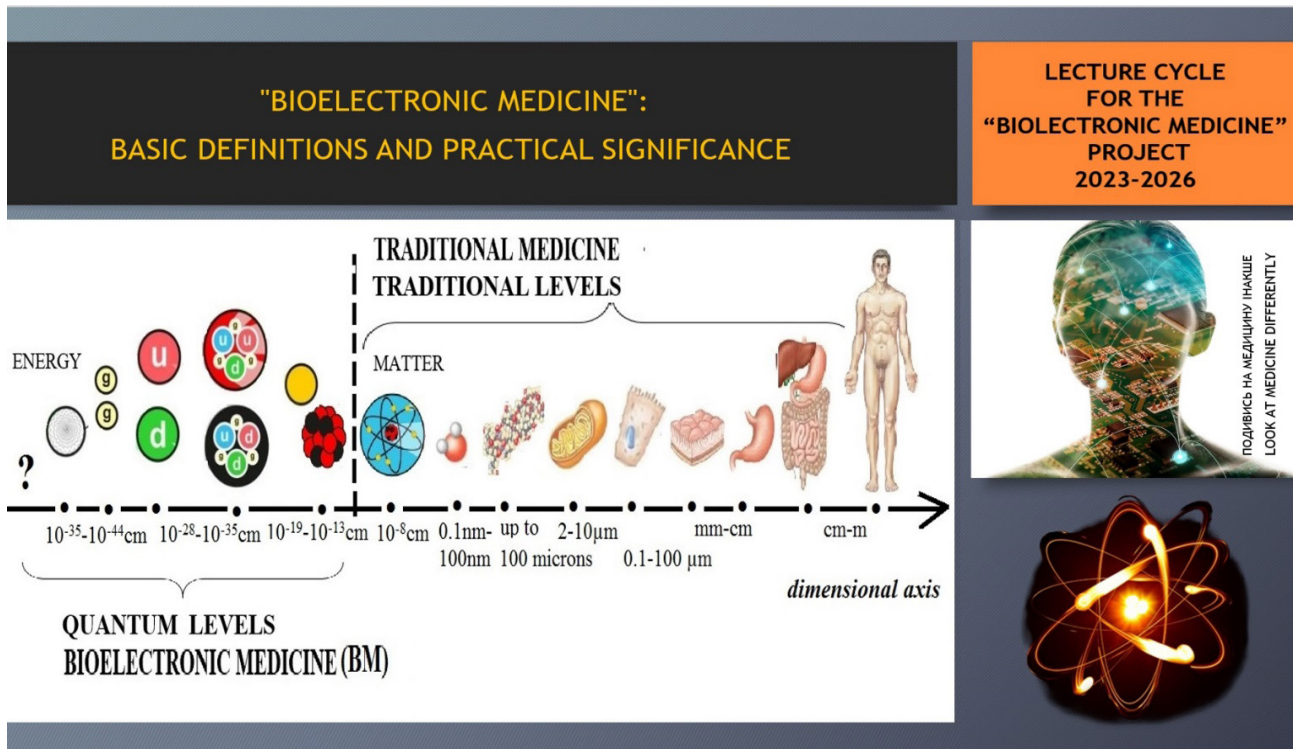


Figure 5. Hierarchical levels of structure are studied by Medicine and Bioelectronic Medicine [26].

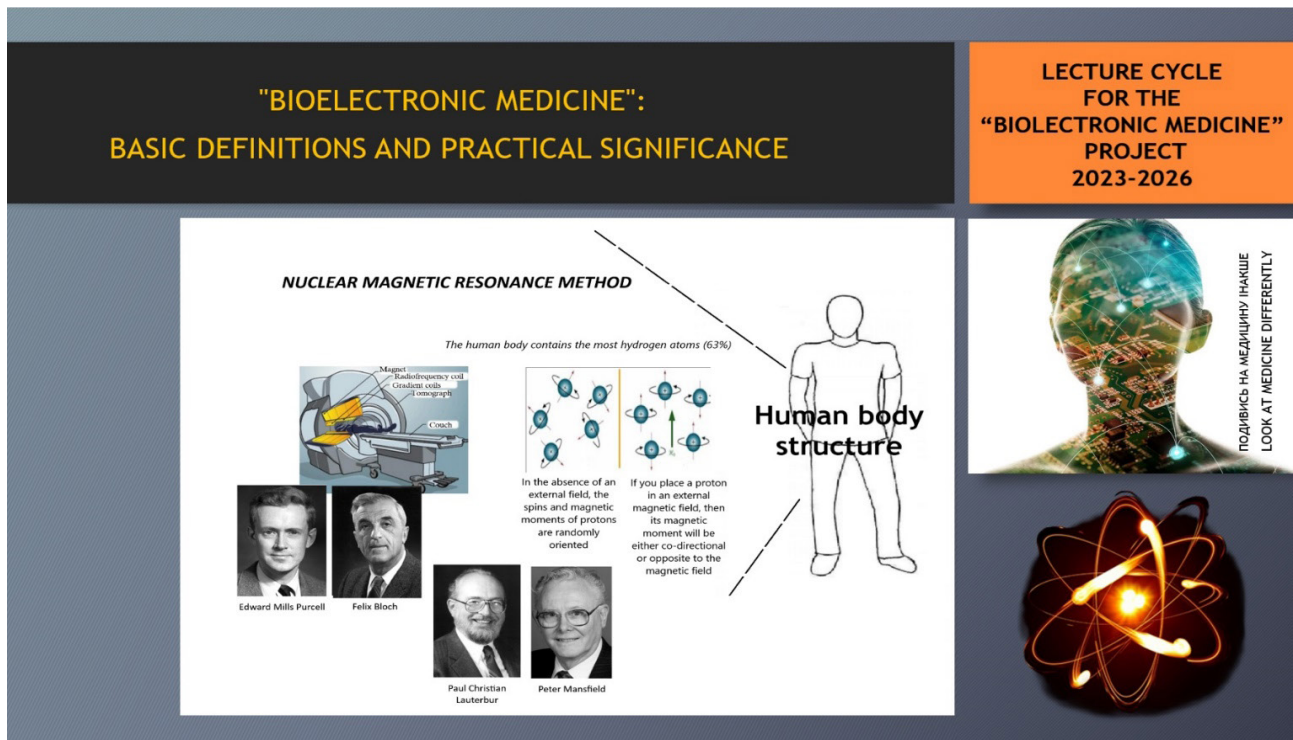


Figure 6. Nuclear magnetic resonance is a method of bioelectronic medicine.

In 1952, Felix Bloch and Edward Purcell (USA) received the Nobel Prize in Physics for their discovery of nuclear magnetic resonance. In 2003, Paul Lauterbur (USA) and Peter Mansfield (UK) received the Nobel Prize in Physiology or Medicine for developing magnetic resonance imaging, a diagnostic method [33].

Advances in physics ushered in an era of understanding that energy can carry information [34-38]. On the one hand, this ushered in the era of information technology, mobile communications, and so on. On the other hand, it became clear that the energetic/electromagnetic processes of metabolism and vital functions of the human body are related to systemic information processes [17]. Along with chemical communication, electromagnetic communication occurs between cells, tissues, and organs *in vivo* [39-41]. This is the key biophysical mechanism of instantaneous functional communication within and between cells. Electromagnetic communication creates a common electromagnetic/quantum field of cells *in vivo* [17]. The electromagnetic fields of all cells in a biological organism merge to form the electromagnetic fields of organs and the entire organism [17]. This is the basis of cell morphogenesis during the development of the organism and the basis of the phenomenon of life in general [17]. The cessation of electromagnetic generation of cells is the onset of their biological death [17]. This is a long-established and well-known fact. For example, electrographic recording of the absence of electromagnetic generation by brain cells is used to confirm brain death [42]. Recording an isoline on an electrocardiogram is an objective criterion for establishing the clinical and biological death of the human organism [43].

There are certified methods and measuring equipment that allow indirect *in vivo* measurement of electromagnetic processes in human cells. A classic, widely known method is electrography, particularly electrocardiography. In the classic sense, cardiography is based on the analysis of the graphical display of differences in electrical potentials on the human body's skin, generated by the myocardium [44]. However, the use of modern, computerized instrumental methods for analyzing the electromagnetic parameters of heart rhythm enables evaluation of the information components of the heart's electromagnetic processes and pulse [45]. A method for assessing heart rate variability is of essential and promising significance [46-49]. In other words, specialized equipment enables evaluation of the fundamental electromagnetic parameters generated by myocardial cells. Evaluation of their relationships enables an objective assessment of the functional state of the human body [50-53]. For example, it allows evaluation of the risk of sudden cardiac death. The electrocardiograms of patients with stable hemodynamics who will die in the near future may not show fundamental visual differences from those of other patients. However, comparing spectral frequency analysis parameters from short heart rate variability recordings reveals a significant decrease in Total Power and an imbalance in spectral components. This reflects the fact that in these patients, myocardial cells weakly generate an electromagnetic field, and this field already ex-

hibits significant qualitative changes in its frequency-wave composition. This is a symptom of the progression of electromagnetic failure of myocytes, which can soon lead to clinical cardiac arrest.

Thus, heart rate and pulse waves are essentially systemic information processes, the analysis of which allows us to assess the functional state of processes at the microlevel of tissue functioning [54]. This became the scientific basis for the introduction of short heart rate variability recording analysis methods into diagnostics. Scientifically substantiated clinical interpretation methods enable objective assessment of stress and body fitness, and of the patient's functional health group and cardiovascular risk level [55-60]. Promising results are emerging from studies that, based on a combination of body bioimpedance analysis and short-form heart rate variability recordings, enable indirect assessment of cellular metabolic parameters [61], and so on. Thus, cardiography is moving from a method of visual analysis of heartbeat recordings to a diagnostic procedure in bioelectronic medicine/quantum medicine. In 2022, an official scientific guide to the use of short-form heart rate variability recording analysis in internal medicine was published [54] (Figure 6). The book describes an adapted, simplified clinical analysis method that is convenient for use in patient examinations by family physicians, internal medicine physicians, and other specialists.

The vegetative resonance testing method, or VEGATEST, is another classic example of *in vivo* measurement of electromagnetic processes in human cells. This method is closely related to the development of electroacupuncture and combines engineering discoveries with medical research in naturopathy, homeopathy, reflexology, and scholastic medicine [62]. The VEGATEST Method, or Vegetative Reflex Test (VRT), was developed in the early 1970s by the German physician Helmut Schimmel. This method is the result of more than thirty years of development and practical experience in the application of German electropuncture [62]. Schimmel improved the equipment for diagnostic dermatoelectropuncture and theoretically rethought the ideas of R. Voll's electropuncture diagnostics (Elektroakupunktur nach Voll, EAV) and W. Schmidt and H. Pflau's bioelectronic functional diagnostics [63]. Therefore, the VEGATEST Method uses electrical resistance readings at a single biologically active measurement point for diagnostics. This makes it possible to construct etiopathogenetic chains from frequency-wave complexes during dermatoelectropuncture. This is more convenient and more informative for the practical use of the dermatoelectropuncture technique by physicians [63]. For a long time, the method had limited use because the biophysical mechanisms underlying its validity were not understood. The Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life explained its position in terms of modern biophysical knowledge. Firstly, all atoms, molecules, and their complex combinations have specific electromagnetic parameters, with characteristic oscillation frequencies in Hertz, due to the constant, specific oscillation frequency/precession of nuclei in atoms. Therefore, the frequency parameters of chemical substances, tissues, and organ function-

ing processes in the human body, as well as those of most known microorganisms, have been scientifically established. [64] Secondly, existing theoretical concepts were supplemented by the Concept of Biophoton Signaling [65]. This concept offers a logical description of the origin and propagation of an electromagnetic information signal in the body. From the standpoint of modern biophysical

knowledge, this concept explains why the information signal of a test frequency-wave preparation, in the presence of the same frequency in the information quantum field of the human body, produces resonance [62]. The evolution and principle of the method are shown in Figure 8.



Figure 7. Title page of the textbook [54].

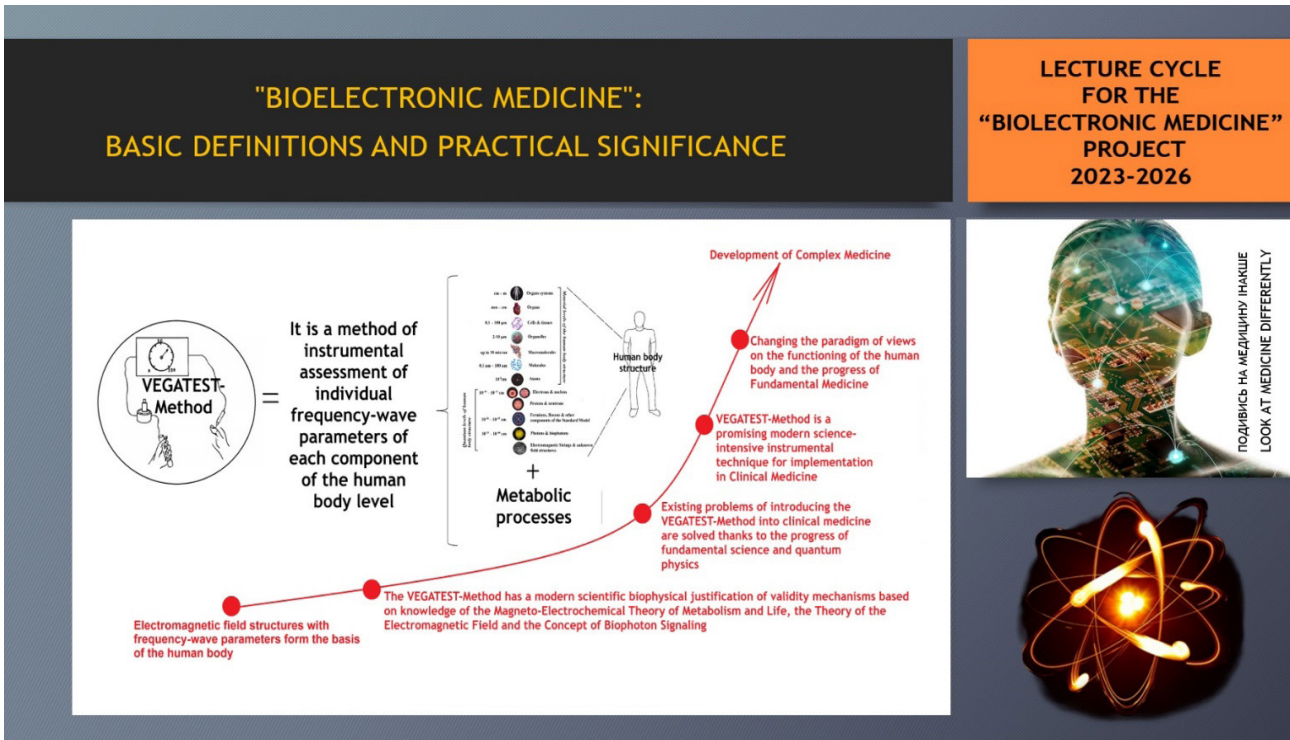


Figure 8. Evolution and principle of the Vega-test method. A fragment of the figure [62] is used.

Gas-discharge visualization/Electro-photonic emission analysis is another method of bioelectronic medicine. The technique was initially called bio electrography. Since the mid-20th century, the method has become known as Kirlianography [66]. In the second half of the 20th century, the physical principle underlying the appearance of luminescence in objects under short-term exposure to an electromagnetic field pulse was discovered. As a result, the method became known as gas-discharge visualization [66]. By the end of the 20th century, principles for the clinical analysis of luminescence from human fingers and toes were developed, and the relationship between their parameters and the functional state of the human body was proven [67, 68]. Scientific progress in the first quarter of the 21st century in understanding the role of biophotons in the human body as carriers of energy and information [69] enabled the biological basis for the validity of the gas-discharge visualization method to be explained. Therefore, alternative names for the technique have appeared in the scientific literature, such as “Electro-photonic Imaging” [70, 71] and “Electro-photonic emission analy-

sis” [72, 73]. The basic principle is as follows. Biophotons are carriers of energy and information in the human body, including through the Primo Vascular System (PVS) [74]. PVS is a scientifically proven morphological substrate of the channel-meridian system [75-79], whose topographic data are used by naturopathic doctors and reflexologists [80, 81]. According to concepts of Ancient Eastern Medicine and modern reflexology data, the fingertips are reflexogenic zones for the corresponding organs [82]. This explains why changes in luminescence parameters occur in the corresponding organ sectors on bio electrograms of human fingers [65, 67, 74]. Thus, the technique allows for an indirect assessment of the electromagnetic parameters of the functioning of zones and organs of the human body. Moreover, the use of modern computerized methods with the processing and analysis of digital images using neural networks makes it possible to obtain a large number of digital luminescence parameters and construct various visual models of the energetic functional state of the human body [73]. The evolution and principle of the method are shown in Figure 9.

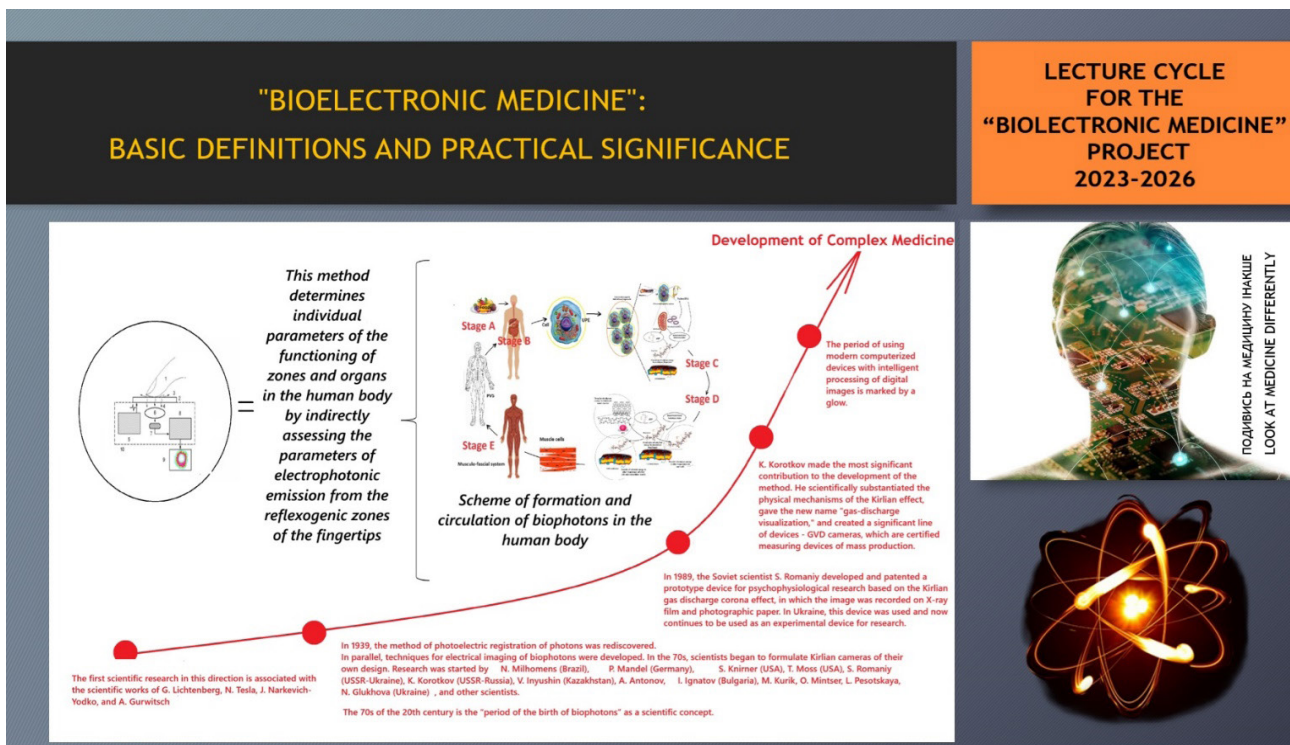


Figure 9. Evolution and principle of the gas-discharge visualization/Electro-photonic emission analysis method. A fragment of the figure [65] is used.

A fundamentally important aspect is that the methods described above have certified equipment at a relatively affordable cost and can be used in practical healthcare and preventive medicine. Magnetocardiography and magnetoencephalography can also be classified as diagnostic methods of Bioelectronic Medicine. These methods enable objective recording and evaluation of magnetic fields within the corresponding organ zones [83]. However, the equipment for these methods is costly and is available only at a few research institutions worldwide. This limits

their application. A similar situation is observed with other strategies for assessing biophoton emission from the human body in vivo [73].

Basic Concepts of Bioelectronic Medicine

The essence of Bioelectronic Medicine as a medical field is based on fundamental theoretical scientific knowledge that all molecules and atoms in the human body, at the subatomic levels of their structure, are formed by various types of energy, that all biochemical metabolic reactions occur due to the exchange of electromagnetic energy


between atoms, and that all atoms/molecules have specific frequency-wave characteristics of their electromagnetic state [17,33]. Therefore, if we extrapolate this knowledge to medicine, it follows that in a healthy body, all atoms and molecules have specific electromagnetic properties. These parameters determine the body's metabolic processes. If these parameters are within the norm, the person is healthy. In a healthy person, the exchange of electromagnetic energy between atoms ensures the normal, well-coordinated course of biochemical metabolic reactions in cells throughout the body. If the electromagnetic parameters of molecular atoms change for some reason, this leads to pathological deviations in their participation in biochemical metabolic reactions. Thus, disease arises, is associated with, and manifests itself through pathological changes in the electromagnetic parameters of molecular atoms. Long-term pathological deviations in the course of biochemical reactions are clinically manifested by deviations in laboratory parameters from the norm, and so on. This leads to a scientific understanding of the existence of a quantum level in the pathogenesis of internal organ diseases [17]. Further detailing and describing this level is a task for future research. Such developments are already underway. For example, issues of the pathogenesis of viral infections are being studied in this way [84], and so on.

Extrapolation of existing biophysical knowledge enabled the explanation and description of the electromagnetic foundations of biological life [69,85,86]. Thanks to this, it became clear that the phenomenon of biological life in a cell exists as long as the biopolymers of membrane structures are capable of generating and transporting electromagnetic coherent energy in the form of solitons [87-90]. Deoxyribonucleic acids (DNA) emit biophotons and create the information content of the coherent electromag-

netic energy of the cell [74]. The combined energies from DNA and electromagnetic fields at the cellular level form the cell's membrane potential, serve as an information carrier for all metabolic processes of the cell's life activity, and create the cell's electromagnetic field [74]. This electromagnetic coherent energy circulates within the cell, between cells in tissues and organs, creating electromagnetic currents. Thanks to this, all the molecules of all the cells of the body are united into a single functional whole, which is called a living organism [39-41]. The cessation of coherent electromagnetic energy generation by membrane biopolymers leads to the cessation of electromagnetic current flow and the disappearance of the action potential. This is cell death. When the information and energy components of the cellular electromagnetic field disappear, the chemical breakdown of molecules—the biological decomposition of body tissues—begins [17]. Thus, it is clear that the life of biological organisms is determined by and depends on electromagnetic processes at the microscopic level of their structure.

Bioelectronic Medicine is built on an understanding of the nature and role of electromagnetic processes in the life of body cells. All electromagnetic processes in cells have specific electromagnetic parameters [17, 33]. The total power of the cellular electromagnetic field and its frequency characteristics are key characteristics. These parameters can be objectively assessed and used as new promising methods. Deviations from the norm can be corrected by therapeutic electromagnetic stimulation of organ tissues using specialized physiotherapeutic devices. This is the basis for the principles of treatment in Bioelectronic Medicine. The key concepts of Bioelectronic Medicine are presented in Figure 10 [26].

"BIOELECTRONIC MEDICINE": BASIC DEFINITIONS AND PRACTICAL SIGNIFICANCE



LECTURE CYCLE
FOR THE
"BIOELECTRONIC MEDICINE"
PROJECT
2023-2026


THESES OF BASIC CONCEPTS BM:

**QUANTUM LEVELS
BIOELECTRONIC MEDICINE (BM)**

1. The human body is formed by energy
2. Chemistry is a secondary phenomenon of electromagnetism
3. There is a corpuscle-wave model of the structure of the human body

THESES OF BASIC ASPECTS BM:

1. Quantum pathogenesis
2. Quantum pharmacology
3. Life is an electromagnetic process
4. Health is the normal course of electromagnetic metabolic processes, disease is their violation
5. Biological death is the cessation of electromagnetic metabolic processes
6. The frequency of functioning of a biological object is a diagnostic criterion
7. The frequency of functioning of a biological object is a therapeutic target



ПОДВИЖЬСЯ НА МЕДИЦИНУ ИНАКШЕ
LOOK AT MEDICINE DIFFERENTLY

Figure 10. Key concepts of Bioelectronic Medicine [26]

Practical Significance of Bioelectronic Medicine.

Bioelectronic Medicine is a promising medical field that logically complements and deepens knowledge in all areas of medicine. Therapeutic methods of Bioelectronic Medicine are a significant addition to the pharmacological treatment of internal organ diseases. Magnetic and electromagnetic fields exert biological effects on cells [90].

Comprehensive treatment of internal organ diseases using Bioelectronic Medicine techniques significantly increases treatment effectiveness. Therefore, research and development of such integrated approaches should be given greater importance in modern science. The practical significance of Bioelectronic Medicine is presented in Figure 11 and was detailed in the corresponding review [91].

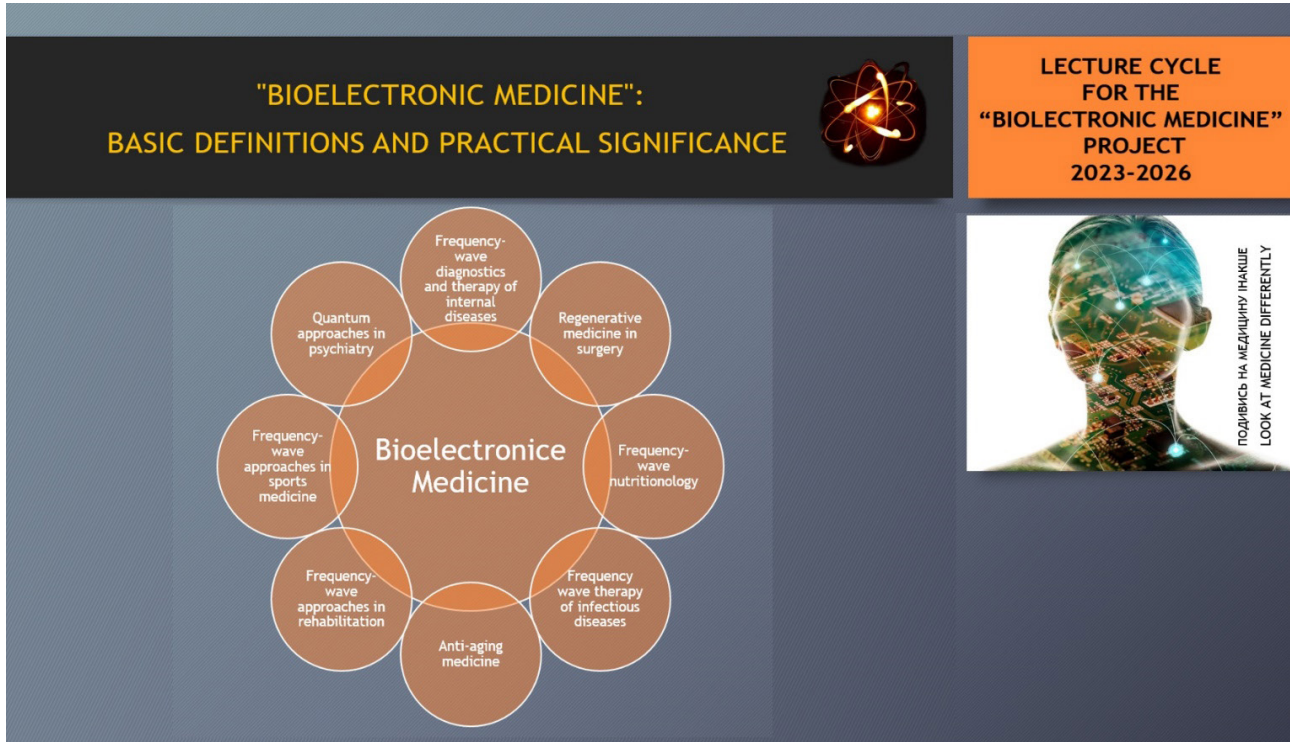


Figure 11. Key concepts of Bioelectronic Medicine [91]

Problems and Prospects.

The development of information and computer technologies is creating unprecedented conditions for the further development of Bioelectronic Medicine. On the one hand, understanding the role of electromagnetic processes in the human body opens new horizons for deepening fundamental medical knowledge and solving existing medical problems. On the other hand, technical capabilities for recording and analyzing an increasing number of electromagnetic parameters of the human body have emerged and continue to expand [92]. The ability to remotely process large arrays of digital data on the body's current electromagnetic parameters and their dynamics opens new possibilities for IT medicine. Bio waves in the human body are an objective source of important information about its functional state. The use of artificial intelligence and neural networks in processing their parameters is an important and promising direction for further progress in medicine. These issues are described in detail in the monograph [83] (Figure 12).

The challenges of developing Bioelectronic Medicine stem from the need to increase awareness among practicing physicians and medical scientists of its scientific basis. The interdisciplinary gap between existing biophysical knowledge and the existing medical paradigm must be

bridged.

Another critical challenge for the development of this field is the technical complexity and high cost of many methods related to recording and analyzing magnetic and frequency components of the human body. It is hoped that scientific and technological progress will resolve these technical issues in the future.

Conclusions.

1) A new layer of fundamental knowledge in quantum physics has formed a promising new transdisciplinary scientific field – “Bioelectronic Medicine.” This is the latest trend in the development of medical science and education that modern medical scientists must pursue. 2) The Magneto electrochemical Theory of Metabolism and Life is a biological theory that adapts knowledge of quantum physics to medical needs and serves as the theoretical basis for the further practical implementation of quantum medicine in educational and scientific medical fields. 3) The educational, scientific, and practical project “Bioelectronic Medicine” is a promising new “tool” for further developing the latest scientific medical perspective in medical students and doctors, as a guarantee of future progress in the medical field.

Author Contributions: G.N., K.P., S.D., G.J., M.P., O.M., and A.V.; Data curation, G.J. and A.V.; Formal anal-

ysis, O.M. and A.V.; Investigation, G.N., K.P. and S.D.; Methodology, M.P. and O.M.; Project administration, A.V.; Resources, G.J.; Supervision, A.V. and G.J.; Validation, G.J., O.M. and A.V.; Visualization, G.N.; Writing—original draft, G.N.; Writing—review & editing, G.J., O.M., M.P. and A.V.

All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: This research received no external funding.

Figure 12. Information about the new edition of “Advances in Bioelectromagnetism. Innovations and Applications in Healthcare” [83]

References:

1. AHA. A century of progress against cardiovascular disease. <https://www.heart.org/en/around-the-aha/a-century-of-progress-against-cardiovascular-disease> (accessed on 25 March 2025)
2. Restrepo Tique, M., Araque, O., and Sanchez-Echeverri, L.A. (2024). Technological Advances in the Diagnosis of Cardiovascular Disease: A Public Health Strategy. *Int J Environ Res Public Health*. 21(8), 1083. doi: 10.3390/ijerph21081083.
3. WHO. Cardiovascular diseases (CVDs). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds> (accessed on 25 March 2025)
4. The Lancet. (2022). Non-communicable diseases: What now? *The Lancet*, 399(10331), 1201. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)00567-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)00567-0)
5. Miller, C. (2014). Medicine is not science: guessing the future, predicting the past. *J Eval Clin Pract*. 20(6), 865-71. doi: 10.1111/jep.12197.
6. Taschetto, D. (2025). Rewriting the quantum “revolution”. *Studies in History and Philosophy of Science*, 109, 72–88. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2024.12.006>
7. Conrad, P.A., Mazet, J.A., Clifford, D., Scott, C., and Wilkes, M. (2009). Evolution of a transdisciplinary “One Medicine-One Health” approach to global health education at the University of California, Davis. *Prev Vet Med*. 92(4), 268-74. doi: 10.1016/j.prevetmed.2009.09.002.
8. Rae, A. (2004). *Quantum Physics: Illusion or Reality?* Cambridge: Cambridge University Press.
9. Davies, P. C. W. (2010). *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics*. Cambridge: Cambridge University Press.
10. Schrödinger E. (1992). *What is Life?: With Mind and Matter and Autobiographical Sketches*. Cambridge: Cambridge University Press.
11. Marais, A., Adams, B., Ringsmuth, A.K., Ferretti, M., Gruber, J.M., Hendrikx, R., Schuld, M., Smith, S.L., Sinayskiy, I., Krüger, T.P.J., Petruccione, F., and van Grondelle, R. (2018). The future of quantum biology. *J R Soc Interface* 15(148), 20180640. doi: 10.1098/rsif.2018.0640.
12. Graham, R.F., Gregory, D.S., and Yuan-Chung, C. (2011). Quantum effects in biology. *Procedia Chemistry* 3, 38-57. doi:10.1016/j.proche.2011.08.011.
13. Cao, Y., Romero, J., Olson, J.P., Degroote, M., Johnson, P.D., Kieferová, M., Kivlichan, I.D., Menke, T., Peropadre, B., Sawaya, N.P.D., Sim, S., Veis, L., and

- Aspuru-Guzik, A. (2019). Quantum Chemistry in the Age of Quantum Computing. *Chem Rev.* 119(19), 10856-10915. doi: 10.1021/acs.chemrev.8b00803.
14. Gupta, V.P. (2016). Principles and Applications of Quantum Chemistry. V.P. Gupta -Academic Press. doi.org:10.1016/C2014-0-05143-X.
 15. Bornmann, L., Haunschild, R., Mutz, R. (2021). Growth rates of modern science: a latent piecewise growth curve approach to model publication numbers from established and new literature databases. *Humanit Soc Sci Commun* 8, 224. doi: 10.1057/s41599-021-00903-w
 16. Nevoit, G.V., Poderiene, K.S., Danilchenko, I., Kitura, O.E., Lyulka, N.O., Golovchenko, I.V., Potyazhenko, M.M., Mintser, O.P., Yarushavičius, G., Vainoras A. (2025). Educational and scientific project “Bioelectronic medicine or look at medicine differently”: the path to a paradigm shift. *Ukrainian Medical Journal*, 4 (170), IV/V, 121-127. doi: 10.32471/umj.1680-3051.266174.
 17. Mintser, O.P., Potyazhenko, M.M., Nevoit, G.V. (2021). Magnetochemical Theory of Metabolism. Conceptualization., Kyiv-Poltava: Interservice. (Ukrainian)
 18. Boyko, V.V. (2022). Vidguk na monografiyu kolektivu avtoriv O.P. Mintsera, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit «Magnitoelektrohimichna teoriya obminu rechovin» u dvoch tomah [Review of the monograph of the collective of authors O.P. Mintsera, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit “Magnetochemical theory of metabolism” in two volumes]. *Ukrainian medical journal*, 4(150), 111. [in Ukrainian]
 19. Gulyar, S.O. (2022). Vidguk na monografiyu kolektivu avtoriv O.P. Mintsera, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit «Magnitoelektrohimichna teoriya obminu rechovin. Kontseptualizatsiya [Review of the monograph of the collective of authors O.P. Mintsera, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit «Magnetochemical theory of metabolism. Conceptualization»]. *Bukovinian Medical Bulletin.* 3, 103. [in Ukrainian]
 20. Kolbun, M.D. (2022). Vidguk na monografiyu kolektivu avtoriv O.P. Mintser, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit «Magnitoelektrohimichna teoriya obminu rechovin. Kontseptualizatsiya», Tom 1 [Review of the monograph of the collective of authors O.P. Mintsera, M.M. Potyazhenko, G.V. Nevoit “Magnetochemical theory of metabolism. Conceptualization” Volume 1]. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy.* 2(22). 134-135. [in Ukrainian]
 21. Mintser, O.P., Semenets, V.V., Potiazhenko, M.M., Podpruzhnykov, P.M., Nevoit, G.V. (2020). The study of the electromagnetic component of the human body as a diagnostic indicator in the examination of patients with Non-communicable diseases: problem statement. *Wiadomości Lekarskie*, 6(73), 1279-1283. <https://doi.org/10.36740/WLek202006139>.
 22. Potyazhenko, M.M., Nevoit, G.V. (2018). Innovative methods of objective examination with computer testing in the evolution of registration of physical phenomena by a doctor of a therapeutic profile: history, reality, prospects. *Medical Informatics and Engineering*, 4, 58-65. (Ukraine)
 23. Wells, J.D. (2020). Discovery Beyond the Standard Model of Elementary Particle Physics. In *Springerbriefs in Physics Ser.* Springer: Nature Switzerland AG.
 24. Paganini, P. (2023). *Fundamentals of Particle Physics: Understanding the Standard Model.* Cambridge: Cambridge University Press.
 25. Hübsch, T. (2023). *Advanced Concepts in Particle and Field Theory.* Cambridge: Cambridge University Press.
 26. Nevoit, G., Filiunova, O., Potyazhenko, M., Mintser, O., Bumblyte, I.A., and Vainoras, A. (2023). Modern biophysical view of electromagnetic processes of the phenomenon of life of living biological systems as a promising basis for the development of complex medicine: towards the concept of Bioelectronic Medicine. *Journal of Complexity in Health Sciences* 2(6), 49–66. doi:10.21595/chs.2023.23867
 27. Nevoit, G., Landauskas, M., McCarty, R., Bumblyte, I.A., Potyazhenko, M., Taletaviciene, G., Jarusevicius, G., and Vainoras, A. (2025). Schumann Resonances and the Human Body: Questions About Interactions, Problems and Prospects. *Applied Sciences* 15(1), 449. doi:10.3390/app15010449
 28. Mintser, O., Potiazhenko, M., and Nevoit, G. (2023). Informational analytical representations of the magneto-electrochemical theory of life and health. *Journal of Applied Interdisciplinary Research* 2, 91–98. doi:10.26693/jmbs07.05.232.
 29. Nevoit, G.V. (2021). Magnetochemical concept of metabolism: postulates and main conclusions. Part 1. Current problems of modern medicine: *Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 1(21), 203-209. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.21.1.203>. (Ukraine)
 30. Nevoit, G.V. (2021). Magnetochemical concept of metabolism: postulates and main conclusions. Part 2. Current problems of modern medicine: *Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 2(21), 229-233. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.21.2.229>. (Ukraine)
 31. Mintser, O.P., Potiazhenko, M.M., Vainoras, A., Bumblyte, I.A., Nevoit, G.V. (2022). Informational analytical representations of the Magnetochemical Theory of metabolism, life and health. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 6(7), 232-246. <https://doi.org/10.26693/jmbs07.05.232>.
 32. Koutcher, J.A., Burt, C.T. (1984). Principles of nuclear magnetic resonance. *J Nucl Med.* 25(1), 101-111.
 33. Filyunova, O., Nevoit G., Potyazhenko, M., Vainoras, A. (2023). Bioelectronic Medicine for sports: justification of biophysical mechanisms and clinical feasibility of use. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 3, 63–72 doi:10.32782/2522-9680-2023-3-63
 34. Bahaa, E.A. Saleh, Malvin Carl Teich (2007). *Funda-*

- mentals of Photonics 2nd Edition 2007 Wiley-Interscience
35. Liang, Q.Y., Venkatramani, A.V., Cantu, S.H., Nicholson, T.L., Gullans, M.J., Gorshkov, A.V., Thompson, J.D., Chin, C., Lukin, M.D., Vuletić, V. (2018). Observation of three-photon bound states in a quantum nonlinear medium. *Science*. 359(6377), 783-786. doi: 10.1126/science.aao7293.
 36. Bolterauer, H. (1990). Quantum Effects on the Davydov Soliton. In: Christiansen, P.L., Scott, A.C. (eds) *Davydov's Soliton Revisited*. NATO ASI Series, Springer, Boston, MA. 243. doi: 10.1007/978-1-4757-9948-4_7.
 37. Christiansen, P.L., Scott, A.C. (2013) *Davydov's Soliton Revisited: Self-Trapping of Vibrational Energy in Protein* (NATO Science Series B:) Softcover reprint of the original 1st ed. 1990. Springer, 544 pages.
 38. Dauxois, T., Peyrard M. (2006). *Physics of Solitons*. Cambridge University Press, 422 pages
 39. Levin, M. (2014). Endogenous bioelectrical networks store non-genetic patterning information during development and regeneration. *J. Physiol.* 592(11), 2295-2305. doi:10.1113/jphysiol.2014.271940.
 40. Levin, M. (2021). Bioelectric signaling: Reprogrammable circuits underlying embryogenesis, regeneration, and cancer. *Cell* 184(8), 1971-1989. doi: 10.1016/j.cell.2021.02.034.
 41. Nevoit, G., Jaruševičius, G., Filyunova, O., Danylenko, S., Potyazhenko, M., Mintser, O., Bumblytė, I.A., and Vainoras, A. (2025). Magneto-electrochemical theory of metabolism: electromagnetic communication of cells and the role of the extracellular matrix. *Biologija* 1(71),163-178. doi:10.6001/biologija.2025.71.1.1.
 42. Szurhaj, W., Lamblin, M.D., Kaminska, A., Sediri, H. (2015). Société de Neurophysiologie Clinique de Langue Française. EEG guidelines in the diagnosis of brain death. *Neurophysiol Clin.* 45(1), 97-104. doi: 10.1016/j.neucli.2014.11.005.
 43. Shemie, S.D., Hornby, L., Baker, A., Teitelbaum, J., Torrance, S., Young, K., Capron, A. M., Bernat, J. L., Noel, L., & The International Guidelines for Determination of Death phase 1 participants, in collaboration with the World Health Organization. (2014). International guideline development for the determination of death. *Intensive care medicine*, 40(6), 788–797. doi: 10.1007/s00134-014-3242-7
 44. In brief: What is an electrocardiogram (ECG)? (2006). Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536878/>
 45. Korpan, A. (2021). The heart knows everything about us: assessment of the functional state of patients by indicators of brief recording of heart rate variability. *Current Problems of Modern Medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 21(1), 30-35. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.21.1.30> (Ukraine)
 46. Ding, H., Crozier, S., and Wilson, S. (2007). A new heart rate variability analysis method by means of quantifying the variation of nonlinear dynamic patterns. *IEEE Trans Biomed Eng.* 54(9), 1590-7. doi:10.1109/TBME.2007.893495.
 47. Sidorenko, L., Sidorenko, I., Gapelyuk, A., and Wesel, N. (2023). Pathological Heart Rate Regulation in Apparently Healthy Individuals. *Entropy (Basel)* 25(7), 1023. doi: 10.3390/e25071023.
 48. Crispino, A., Nicoletti, M., Loppini, A., Gizzi, A., Chiodo, L., Cherubini, C., and Filippi, S. (2025). Magnetic signature of thermoelectric cardiac dynamics. *Phys Rev E.* 111(1), L012401. doi:10.1103/PhysRevE.111.L012401.
 49. Li, K., Rüdiger, H., and Ziemssen, T. (2019). Spectral Analysis of Heart Rate Variability: Time Window Matters. *Front Neurol.* 10, 545. doi:10.3389/fneur.2019.00545.
 50. Perek, S., Nussinovitch, U., Sagi, N., Gidron, Y., Raz-Pasteur, A. (2023). Prognostic implications of ultra-short heart rate variability indices in hospitalized patients with infective endocarditis. *PLoS One.* 18(6), e0287607. doi: 10.1371/journal.pone.0287607.
 51. Bodenes, L., N'Guyen, Q.T., Le Mao, R., Ferrière, N., Pateau, V., Lellouche, F., L'Her, E. (2022). Early heart rate variability evaluation enables to predict ICU patients' outcome. *Sci Rep.* 12(1), 2498. doi: 10.1038/s41598-022-06301-9.
 52. Marsac, J. (2013). Variabilité de la fréquence cardiaque: un marqueur de risque cardiometabolique en santé publique [Heart rate variability: a cardiometabolic risk marker with public health implications]. *Bull Acad Natl Med.* 2013 Jan;197(1):175-86. (French).
 53. David, G., Lourenço, A., Von Rekowski, C. P., Pinto, I., Calado, C. R. C., & Bento, L. (2025). Analyzing Heart Rate Variability for COVID-19 ICU Mortality Prediction Using Continuous Signal Processing Techniques. *Journal of Clinical Medicine*, 14(15), 5312. doi: 10.3390/jcm14155312
 54. Mintser, O.P., Potiazhenko, M.M., Nevoit, G.V. (2022). A short record of heart rate variability in clinically ill patients: a guidebook; series "Systemic Medicine". Kiev-Poltava, Interservis, 151 pages. (Ukrainian)
 55. Shaffer, F., Meehan, Z. M., & Zerr, C. L. (2020). A Critical Review of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Norms Research. *Frontiers in neuroscience*, 14, 594880. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>
 56. Agelink, M., Boz, C., Ullrich, H., Andrich, J. (2002). Relationship between major depression and heart rate variability. Clinical consequences and implications for anti-depressive treatment. *Psychiatry Res.* 113 139–149. doi: 10.1016/S0165-1781(02)00225-1.
 57. Choi, J., Gutierrez-Osuna, R. (2009). "Using heart rate monitors to detect mental stress," in *Proceedings of the Sixth International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, 2009, Berkeley, CA, 219–223.
 58. Cohen, H., Benjamin, J. (2006). Power spectrum analysis and cardiovascular morbidity in anxiety disorders. *Auton. Neurosci.* 128 1–8. doi:10.1016/j.aut

- neu.2005.06.007
59. Lehrer, P., Kaur, K., Sharma, A., Shah, K., Huseby, R., Bhavsar, J., et al. (2020). Heart rate variability biofeedback improves emotional and physical health and performance: a systematic review and meta analysis. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback* 45 109–129. doi:10.1007/s10484-020-09466-z
 60. Nardelli, M., Greco, A., Bolea, J., Valenza, G., Scilingo, E.P., Bailón R. (2018). Reliability of lagged Poincaré Plot parameters in ultra-short heart rate variability series: application on affective sounds. *IEEE J. Biomed. Health Inform.* 22 741–749. doi: 10.1109/JBHI.2017.2694999
 61. Nevoit, G.V., Potiazhenko, M.M., Mintser, O.P., Ignatenko, N.I., Kaberni, Yu.A. (2020). Bioelectrical impedance determining body composition and hardware-software recording of heart rate variability during an Objective Structured Clinical Examination as a diagnostic tool. *World of Medicine and Biology*, 2, 89-93. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2020-2-72-89-93>.
 62. Nevoit, G., Filyunova, O., Danylchenko, S., Potyazhenko, M., Mintser, O., Bumblyte, I.A., Vainoras, A. (2025). Vega test method and diagnosis of Non-communicable Diseases: problems, biophysical diagnostic mechanisms and prospects. *Journal of complexity in health sciences*, 1:1-17. <https://doi.org/10.21595/chs.2024.24727>
 63. Schimmel, H. W.; Schimmel, Helmut W.; Penzer, Victor. *Functional medicine*. Karl F. Haug Verlag, 1996
 64. Sylver N. (2011). *The Rife Handbook of Frequency Therapy and Holistic Health Hardcover*, Desert Gate. 768 pages.; Vértesi, C. (2004). *Infectious Disease Treatment with Radio Frequency Resonance* Washington: Alterra. 316 pages.; Vertesi, C. (2010). *The Use of Radiofrequency in the Medicine*. Revised by Dr. K Eszto. Budapest. 655 pages. URL: https://zappertechnology.eu/Vertesi%20_The%20use%20of%20Frequency%20V1.pdf
 65. Nevoit, G., Poderiene, K., Potyazhenko, M., Mintser, O., Jarusevicius, G., Vainoras A. (2025). The Concept of Biophotonic Signaling in the human body and brain: Rationale, Problems and Directions. *Front. Syst. Neurosci.*, 19, 1-23. <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2025.1597329>
 66. Korotkov, K.G. *The Energy of Health*, Amazon.com publishing, 2019.
 67. Madl, P. *The field and the photon from a physical point of view*. *Fields of the Cell*, Congress contribution, Basel (CH), 2012.
 68. Korotkov, K., *Science of Measuring Energy Fields*. A revolutionary technique to visualize energy fields of humans and nature, in: *Bioelectromagnetic and Subtle Energy Medicine*, in: Paul Rosh (Eds), London, New York, CRC Press, 2015.
 69. Nevoit, G., Bumblyte, I., Potyazhenko, M., Mintser, O., Vainoras, A. (2023). Modern biophysical view of electromagnetic processes of the phenomenon of life of living biological systems as a promising basis for the development of complex medicine: the role of biophotons. *Journal of Complexity in Health Sciences*. 6, 1, 1–15. <https://doi.org/10.21595/chs.2023.23443>.
 70. Kushwah, K. K., Srinivasan, T. M., Nagendra, H. R., Ilavarasu, J. V. (2016). Development of normative data of electro photonic imaging technique for healthy population in India: A normative study. *International journal of yoga*, 9(1), 49–56. doi:10.4103/0973-6131.171713
 71. Bhat, R. K., Deo, G., Mavathur, R., Srinivasan, T. M. (2017). Correlation of Electrophotonic Imaging Parameters With Fasting Blood Sugar in Normal, Prediabetic, and Diabetic Study Participants. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 22(3), 441–448. doi:10.1177/2156587216674314
 72. Nevoit, G.V., Mintser, O.P., Potiazhenko, M.M., Babintseva, L.Yu. (2021). Electro-photonic emission analysis in functionally health respondents and patients with non-communicable diseases. *Wiadomości Lekarskie*, 6 (74), 1439-1444. <https://doi.org/10.36740/WLek202106128>.
 73. Nevoit, G., Bumblyte, I.A., Korpan, A., Mintser, O., Potyazhenko, M., Iliev M.T., Vainoras, A., & Ignatov, I. (2024). The biophoton emission in biotechnological research: from Meta-Epistemology and Meaning to experiment - Part 1. *Ukr. J. Phys.* 69, 3, 190-206. <https://doi.org/10.15407/ujpe69.3.190>
 74. Nevoit, G., Filyunova, O., Kitura, O., Mintser, O., Potyazhenko, M., Bumblyte, I.A., & Vainoras, A. (2024). Biophotonics and reflexology: conceptualization of the role of biophotonic signaling. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 3, 62–78. <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-3-62>
 75. Soh, K-S. (2009). Bonghan circulatory system as an extension of acupuncture meridians. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 2(2), 93–106.
 76. Soh, K.-S., Kang, K. A., Ryu, Y.H. (2013). 50 years of Bong-Han theory and 10 years of primo vascular system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 587827, 12.
 77. Vodyanoy, V, Pustovyy, O., Globa, L., Sorokulova, I. (2015). Primo-Vascular System as Presented by Bong Han Kim. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015, 361974. doi: 10.1155/2015/361974.
 78. Kim, H.G. (2022). Achievements of PVS (Primo Vascular System) Research from a Historical Perspective. *J Acupunct Meridian Stud.* 15(1), 50-60. doi: 10.51507/j.jams.2022.15.1.50.
 79. Kyung Aih Kang (2022). Bonghan (primo vascular) system, elucidated by Bong Han Kim: Kim's findings, later verifications, new findings, and prospective. *Precision and Future Medicine* 6(2), 117-137. doi: 10.23838/pfm.2022.00030.
 80. Schnorrenberger, C.C. (2005) An interpretation of fundamental ideographs of Chinese medicine. *Erroneous Western translations of basic Chinese medical characters reduce the significance of the German Gerac-studies ('Modellvorhaben'),"chweizerische Zeitschrift fur Ganzheitsmedizin*. 17(3), 150–156.

81. Schnorrenberger, C.C. (2008). Anatomical roots of Chinese medicine and acupuncture. *Anatomie—Eine Historische Grundlage der Chinesischen Medizin und Akupunktur*, 20(3), 163–171.
82. Embong, N.H., Soh, Y.C., Ming, L.C., Wong, T.W. (2015). Revisiting reflexology: Concept, evidence, current practice, and practitioner training. *Journal of traditional and complementary medicine*, 5(4), 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.08.008>
83. *Advances in Bioelectromagnetism: Innovations and Applications in Healthcare*. Editor: Tuan Anh Nguyen, 1st Edition. Elsevier, Academic Press, 2025
84. Navickas, Z., Marcinkevicius, R., Telksniene, I., Telksnys, T., and Ragulskis M. (2024). Structural stability of the Hepatitis C model with the proliferation of infected and uninfected hepatocytes. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*, Taylor & Francis Group 30(1), 51-72. doi:10.1080/13873954.2024.2304808.
85. Nevoit, G., Bumblyte, I., Potyazhenko, M., Mintser, O. (2022). Modern biophysical view of electromagnetic processes of the phenomenon of life of living biological systems as a promising basis for the development of complex medicine: the role of warter. *Journal of Complexity in Health Sciences*. 5, 2, 45–57. <https://doi.org/10.21595/chs.2022.23089>.
86. Nevoit, G., Bumblyte, I., Potyazhenko, M., Mintser, O. (2022). Modern biophysical view of electromagnetic processes of the phenomenon of life of living biological systems as a promising basis for the development of complex medicine: the role of cell membranes. *Journal of Complexity in Health Sciences*, 5, 1, 22-34. <https://doi.org/10.21595/chs.2022.22787>.
87. Davydov, A.S. (1982). *Biology and Quantum Mechanics*. Oxford: Pergamon Press.
88. Davydov, A.S. (1977). Solitons and energy transfer along protein molecules. *Journal of Theoretical Biology* 66 (2), 379–387.
89. Davydov, A.S. The theory of contraction of proteins under their excitation. *Journal of Theoretical Biology*. 1973, 38(3), 559–569.
90. Pophof, B., Henschenmacher, B., Kattnig, D.R., Kuhne, J., Vian, A., and Ziegelberger, G. (2023). Biological Effects of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields from 0 to 100 MHz on Fauna and Flora. Workshop Report. *Health Phys.* 124(1), 39-52. doi: 10.1097/HP.0000000000001624
91. Nevoit, G., Vlasova, O., Ryabushko, M., Moisieieva, N., Zviagolska, I., & Potyazhenko, M. (2024). Magnetochemical theory of metabolism and life: what is it, when is it needed and what to expect from it for medicine and reflexology (literature review). *Fitoterapiia. Chasopys.* 2, 47-62. <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-2-47>.
92. Roth, B.J. (2023). Biomagnetism: The First Sixty Years. *Sensors*. 23(9), 4218. doi:10.3390/s23094218.

УДК 612.015.3+616-056.2+530.145

«БІОЕЛЕКТРОННА МЕДИЦИНА»: ОСНОВНІ ДЕФІНІЦІЇ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Г. В. Невойт^{1,*}, К. Подерене², С. І. Данильченко³, М. М. Потяженко⁴, О. П. Мінцер⁵, Г. Ярушевичус⁶, А. Вайнорас^{7*}

¹Лабораторія автоматизації серцево-судинних досліджень Інституту кардіології Литовського університету наук про здоров'я, Каунас, Литва

²Кафедра здоров'я та реабілітації Інституту спортивної науки та інновацій Литовського спортивного університету, Каунас, Литва

³Кафедра фізичної терапії та трудотерапії, Херсонський державний університет, Івано-Франківська область, Україна

⁴Кафедра внутрішньої медицини та невідкладної медичної допомоги Полтавського державного медичного університету, Полтава, Україна

⁵Кафедра фундаментальних дисциплін та інформатики Національного університету охорони здоров'я України імені Шупика, Київ, Україна

⁶Лабораторія автоматизації серцево-судинних досліджень Інституту кардіології Литовського університету наук про здоров'я, Каунас, Литва

⁷Лабораторія автоматизації серцево-судинних досліджень Інституту кардіології Литовського університету наук про здоров'я, Каунас, Литва

ORCID: [0000-0002-1055-7844](https://orcid.org/0000-0002-1055-7844), e-mail: ganna.nevoit@lsmu.lt

ORCID: [0009-0000-4151-0742](https://orcid.org/0009-0000-4151-0742), e-mail: kristina.poderiene@lsu.lt

ORCID: [0000-0001-5312-0231](https://orcid.org/0000-0001-5312-0231), e-mail: svetlanaadanilch@gmail.com

ORCID: [0000-0001-9398-1378](https://orcid.org/0000-0001-9398-1378), e-mail: m.potiazhenko@pdmu.edu.ua

ORCID: [0000-0002-7224-4886](https://orcid.org/0000-0002-7224-4886), e-mail: omintser@gmail.com

ORCID: [0000-0001-9205-1902](https://orcid.org/0000-0001-9205-1902), e-mail: gediminas.jarusevicius@lsmu.lt

ORCID: [0000-0002-5732-8520](https://orcid.org/0000-0002-5732-8520), e-mail: alfonsas.vainoras@lsmu.lt

*Correspondence: ganna.nevoit@lsmu.lt (Г.В. Невоїт); alfonsas.vainoras@lsmu.lt (А.Вайнорас)

Резюме. Це огляд першої лекції із серії «Біоелектронна медицина або подивитися на медицину по-іншому», в якій представлено та обґрунтовано її ключові поняття, значення та актуальність. Це освітній та науковий проєкт для подальшого розвитку медицини та її квантових галузей. Метою є наукова розробка та популяризація магнітоелектрохімічної теорії метаболізму та життя, яка об'єднує існуючі медичні знання із сучасним біофізичним розумінням організації та функціонування людського організму на нанорівні та глибше.

Медицина – це трансдисциплінарна галузь наукових знань, яка в сучасних умовах розвивається шляхом набуття фундаментальних знань з інших галузей. Важливо зазначити, що сьогодні, на початку 21 століття, склалися унікальні умови, які дозволяють сучасним вченим продовжувати здійснювати прориви в медицині. Це включає появу великої кількості принципово нових знань, отриманих завдяки дослідженням фізиків та біофізиків.

Ці знання продовжують інтегруватися в медицину, але повільно та складно. Для цього є кілька причин.

По-перше, сучасна наука продовжує переживати інформаційний бум: кількість наукових публікацій настільки величезна, що життя одного вченого не вистачить, щоб ознайомитися з ними.

По-друге, розвиток нових трансдисциплінарних знань значно ускладнюється через використання специфічної термінології, яку може бути важко зрозуміти вченим у біологічній та медичній галузях. Як наслідок, у науці виникають трансдисциплінарні розриви між галузями.

Прикладом цього є існуючий трансдисциплінарний науковий розрив між квантовою фізикою та медициною.

По-третє, для створення сучасної універсальної парадигми необхідна складна, тривала робота в системному аналізі та переосмисленні існуючих знань. Це вимагає наукових фахівців з відповідними професійними компетенціями у суміжних галузях. Необхідні також технічні умови для їхньої роботи та фінансування таких досліджень тощо.

Тому публікація «Подорож у тисячу миль починається з одного кроку» відкриває серію оглядів, присвячених розвитку системних медичних знань, та спрямованих на інтеграцію існуючих відкриттів у фізиці/біофізиці в медичну наукову парадигму.

Метою цього огляду є представлення наукової основи перспективного трансдисциплінарного наукового напрямку «Біоелектронна медицина».

Висновки: 1) Новий рівень фундаментальних знань у квантовій фізиці сформував перспективну нову трансдисциплінарну наукову галузь – «Біоелектронну медицину». Це новітня тенденція в розвитку медичної науки та освіти, якої повинні дотримуватися сучасні вчені-медики. 2) Магнітоелектрохімічна теорія метаболізму та життя – це біологічна теорія, яка адаптує знання квантової фізики до медичних потреб та слугує теоретичною основою для подальшого практичного впровадження квантової медицини в освітню та наукову медичні галузі. 3) Освітній, науково-практичний проєкт «Біоелектронна медицина» є перспективним новим «інструментом» для подальшого розвитку новітньої наукової медичної перспективи у студентів-медиків та лікарів як гарантія майбутнього прогресу в медичній галузі.

Ключові слова: медицина, біоелектронна медицина, квантова медицина, магнітоелектрохімічна теорія метаболізму та життя, нова парадигма, біофізика.

Стаття надійшла в редакцію 12.11.2025 р.

Стаття прийнята до видання 20.12.2025 р.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Категорія —

Автору, який надсилає статтю до редакції журналу, необхідно зареєструватися на сайті журналу «International Medical Herald» та подати статтю за наступним покликанням <https://imh.com.ua/index.php/imh>.

Після реєстрації необхідно оновити сайт, зайти у розділ подання та вибрати опцію «Подати новий матеріал». При подачі статті на сайт необхідно заповнити поле під назвою предмет та вказати відповідну спеціальність, наприклад «Медицина». Назва файлу повинна відповідати прізвищу першого автора.

На початку статті обов'язково необхідно вказати номер телефону автора для подальшого спілкування з редакцією журналу, а також категорію статті (наприклад, **ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**). До статті обов'язково додати скан-копію експертного висновку про перевірку на наявність академічного плагіату із зазначенням відсотку оригінальності тексту! (Наприклад: можна використати антиплагіатну програму StrikePlagiarism.com або іншу).

Вся робота над статтею відбувається через сайт журналу, де автор спілкується з редакцією та вносить виправлення у статтю, а також може відстежити на якому етапі знаходиться його стаття.

З метою підвищення якості публікацій та індексів цитування наших авторів редакція журналу наполегливо рекомендує подавати статті, написані англійською мовою.

Редакція журналу «International Medical Herald» бере до розгляду для публікації статті за умови, що ні рукопис, ні будь-яка його частина, таблиці, рисунки не були опубліковані раніше в друкованій чи електронній формі і не перебувають на розгляді для публікації у іншому журналі.

Стаття буде опублікована та надрукована в одному із наступних номерів журналу тільки за умови дотримання вимог до оформлення та проходження всіх етапів перевірки!

Категорія статей. Оригінальні дослідження, дискусійні та проблемні статті, випадки з практики, медична освіта, огляд літератури.

Спеціальності: ІІ (221)- «Стоматологія», І2 (222) – «Медицина», І4 (225) - медична психологія, І7 (227) – «Терапія та реабілітація (за спеціальностями)», І9 (229) – «Громадське здоров'я», Е1 (091) – «Біологія та біохімія»

Мова публікації. Мови статті: англійська, українська, німецька, польська (змішані в одному номері).

Автор зобов'язаний ретельно вчитати і відредагувати текст рукопису. Зміст викладати чітко, без повторень, користуватися англійським (українським) правописом, вживати англійську (українську) термінологію і дотримуватися норм літературної англійської (української) мови. Статті англійською мовою, які перекладені з української, мають супроводжуватися текстом на мові оригіналу, оформленому відповідно до встановлених вимог. Такі статті попередньо проходять у редакції перевірку якості перекладу. У випадку виявлених змістових невідповідностей стаття повертається. Одиниці вимірювання за системою СІ.

Вимоги до оформлення статей.

Рукопис необхідно оформити за допомогою MS Office на стандартному аркуші формату А4 (210x297 мм), шрифт – «Times New Roman», розмір шрифту – 14, інтервал – 1,5, абзацний відступ – 1,25 мм, вирівнювання – по ширині. Поля документа 20 мм (з усіх сторін), обсяг 18 - 30 сторінок.

Структура статті:

- Шифр УДК.
- Назва статті (великими літерами (необхідно виділити текст і натиснути на вкладці «Основне» у групі «Шрифт» кнопку «Змінити регістр» (Аа), щоб усі букви в тексті набули верхнього регістра, оберіть «УСІ ВЕЛИКІ»), жирним шрифтом, вирівнювання по середині, одинарний міжрядковий інтервал).
- Ініціали автора (авторів), прізвища, мовою статті (кількість авторів однієї статті не повинна перевищувати п'ять осіб!) – нежирним шрифтом, вирівнювання по лівому краю, одинарний міжрядковий інтервал.
- Установа (повна назва, кафедра, місто, країна, ORCID ID (кожного автора у тій послідовності як вони подані у статті), e-mail) – курсивом, нежирним шрифтом, вирівнювання по лівому краю, одинарний міжрядковий інтервал.
- Резюме пишеться мовою статті на початку, а українське резюме в кінці статті (обсяг 3000 знаків (2950-3000) без пробілів та ключових слів), у них вказуються УДК, назва статті, ініціали та прізвища авторів, назва установи (повна назва, кафедра, місто, країна, ORCID ID, e-mail, (кожного автора!)), у них повністю відображається зміст статті, оригінальні дослідження повинні містити чітко виділену мету, методи, результати дослідження та висновки
- Ключові слова (українською та англійською мовами) – 10-12 слів чи словосполучень (пишуться в кінці кожного резюме).

Статті присвячені огляду літератури або випадкам з практики можуть містити не всі структури статті.

Основні розділи статті:

1. Вступ. Інформація (у тому числі довідкового характеру), необхідна для того, щоб зрозуміти Ваші дослідження і причини проведення. У цьому розділі статті необхідно вказати передумови до проведення дослідження: дати загальне розуміння проблеми, якою Ви займаєтеся, і аргументовано обґрунтувати актуальність Вашого дослідження.

2. Обґрунтування дослідження. Дати відповідь на питання про необхідність проведеного автором дослідження. Мета висвітлює невирішені іншими вченими частини досліджуваної проблеми і вказує на не зайнята «нішу» досліджень. Цей розділ пишеться на підставі публікацій періодичних наукових видань (книги, підручники, монографії до таких не належать). Огляд періодики з проблеми, що досліджується автором, повинен включати джерела не більше 5-річної давності і обов'язковий огляд закордонних наукових періодичних видань з проблеми, що досліджується автором. Кількість іноземних джерел має бути не меншою 40 %. Допустимий рівень самоцитування – не більше 30 %. Обов'язковим при використанні покликань на літературні джерела є критичний аналіз цих джерел, тобто зазначення того, що автором робіт вдалося досягти, а чого ні. При цьому бажаний такий аналіз по кожному джерелу (використання широкого діапазону покликань типу «у роботах [3–7]» не рекомендується). Розділ «Обґрунтування дослідження» повинен дати читачеві розуміння того, для чого проводилося дослідження, результати якого автор збирається опублікувати в статті.

3. Мета дослідження. Необхідно чітко сформулювати мету дослідження, яка повинна логічно впливати з розділу «**Обґрунтування дослідження**». Мета дослідження, може бути сформульована у **Гіпотезі**, яку автор хотів підтвердити або спростувати.

(ПОРАДА: Не пишіть фрази типу: «Метою нашої роботи було порівняння препарату А і препарату В при патології С». Пишіть те, що дозволило б зрозуміти, **що саме автори очікують побачити в результаті такого порівняння**).

4. Матеріали і організація досліджень. У *Матеріалах* автор повинен довести репрезентативність матеріалу: характеристики хворих (чи інших об'єктів дослідження), спосіб їх відбору. Умови проведення дослідження (база) повинні бути викладені настільки детально, щоб читач міг самостійно вирішити, чи правильно вони описані і чи відповідає опис конкретних умов його клінічної практики.

(ПОРАДА: для репрезентативності автор повинен пояснити 3 головні моменти:

– Відповісти на питання: «Чому було обрано саме цей, а не інший матеріал?».

– Викласти принцип відбору матеріалу (описані критерії включення/виключення об'єктів дослідження).

– Пояснити принцип і сенс поділу матеріалу на будь-які групи (за віком, статтю тощо).

Увага! Пояснення типу «традиційно» і подібне неприйнятні.

Організація досліджень. У цій частині розділу необхідно:

– Обґрунтувати, чому був застосований саме цей, а не якийсь інший метод.

– Сформулювати критерії оцінки ефекту або результату застосовуваного методу.

Увага! Методи кількісного аналізу кращі, ніж описові. Тому, якщо вони не застосовуються і їх відсутність не має видимого обґрунтування, потрібно вказати, *чому не використовуються методи статистики*. Розділ необхідно назвати так, щоб були зрозумілі «експериментальна» і «методична» складові авторського дослідження.

Під час проведення експериментів за участі донорів та/або пацієнтів, із залученням будь-яких матеріалів людського походження може бути використане формулювання: «Дослідження було виконане відповідно до принципів Гельсінської Декларації. Протокол дослідження погоджений Локальним етичним комітетом (ЛЕК) для всіх, хто брав участь». А для досліджень з участю лабораторних тварин: «Під час проведення експериментів з лабораторними тваринами всі біоетичні норми і рекомендації були дотримані».

Даний розділ повинен містити інформацію про згоду пацієнтів і добровольців взяти участь у дослідженнях, отриманні ними детальних роз'яснень про те, які процедури вони будуть проходити («На проведення досліджень була отримана поінформована згода пацієнтів (батьків дітей або їхніх опікунів)»).

Написана стаття з використанням програмного забезпечення для обробки статистичних даних чи інших методик, автору необхідно вказати номер ліцензії програми або де знаходиться програма чи посилання в інтернеті.

5. Результати дослідження. У цьому розділі необхідно відобразити всі отримані під час дослідження результати, причому тільки в такому вигляді, який можна сформулювати як «голі факти». Інтерпретувати результати в цьому розділі не потрібно! У цьому розділі рекомендується подавати матеріали наступним чином:

– Як і в розділі «Матеріали і методи» результати, які відповідають різним експериментам, можна розділити на підрозділи;

– Результати повинні бути представлені в логічному порядку, причому рекомендується приводити результати в порядку важливості, не обов'язково використовувати той порядок, в якому проводилися експерименти;

– Не слід дублювати дані, які наведені на малюнках, графіках і в таблицях. Поширеною помилкою є приведення даних, відображених в малюнках і таблицях в тексті статті. Замість цього в тексті статті слід узагальнити той матеріал, який читач знайде в таблиці або звернути увагу читача на головні пункти в наведеному малюнку або таблиці. Читачеві, як правило, легше читати дані в таблиці, ніж в тексті статті.

(ПОРАДА: Існує відома приказка в англійській мові: «Картинка коштує 1000 слів». Це означає, що зображення може пояснити висновки набагато краще, ніж текст. Тим не менш, уникайте надмірних малюнків і таблиць. Якщо даних для повноцінних таблиць та рисунків не вистачає, краще цю інформацію описати в тексті).

6. Обговорення результатів. У даному розділі статті Ви повинні висловити свою точку зору на отримані 73 результати дослідження. Іншими словами, необхідно дати відповідь на головне питання: «Що Ваші результати означають (у Вашій інтерпретації)?». У цьому розділі Ви повинні: обговорити Ваші результати в порядку від найбільш до найменш важливих; порівняти Ваші результати з результатами інших дослідників – які в них є розбіжності та обговорити їх причини; можна запропонувати додаткові дослідження для поліпшення або поглиблення отриманих результатів.

7. Висновки. У даному розділі статті обов'язково вкажіть ще раз основні узагальнюючі результати по Вашій роботі, звертаючи особливу увагу на відповідність висновків поставленої мети дослідження з розділу статті «Мета дослідження» – вони повинні збігатися. Це означає, що Висновки повинні відображати конкретні отримані автором результати, на підставі яких можна зробити висновок про наукову новизну і можливості практичного застосування результатів дослідження, викладених у статті.

(ВАЖЛИВО! Висновки мають бути подані таким чином, щоб читач (будь-то вчений або практикуючий лікар), прочитавши тільки Висновки, захотів прочитати всю статтю).

8. Для статей категорії «Оригінальні дослідження» додати розділ «Перспективи подальших досліджень».

9. Конфлікт інтересів. При наявності конфлікту інтересів необхідно конкретизувати. У разі відсутності конфлікту інтересів, необхідно вказати фразу: «Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.» Публікація даних про конфлікт інтересів у статті є обов'язковою!

10. Фінансування. Вказати джерела фінансування. В разі, якщо фінансування відсутнє, необхідно зазначити: «Дослідження проводилося без фінансової підтримки.»

11. Подяка. Автори можуть подякувати за сприяння у підготовці, написанні та/або публікації статті. Можуть бути зазначені джерела підтримки, включаючи спонсорство.

12. Оформлення малюнків / таблиць. Наводяться в тексті статті, без обтікання; посилання на таблиці та ма-

люнки наводяться також у тексті статті (табл. 1, рис. 1); всі рисунки повинні бути у форматі JPG (з роздільною здатністю 300dpi); у таблиці не повинно бути порожніх клітинок оформлені згідно з вимогами ДАКу України і розміщені по тексту.

13. Література. Літературу підписуємо словом References. Список використаної літератури в статті необхідно оформити відповідно до стилю цитування **APA – American Psychological Association**. Посилання на використані джерела оформляються у міру появи в тексті у квадратних дужках [1, 2, 3, 10]. Роботи, які в оригіналі опубліковані кирилицею, повинні бути транслітеровані латиницею. Обов'язково у кінці кожного літературного джерела вказати doi! Кількість літературних джерел не повинна перевищувати 25. Передача українських літер повинна здійснюватися згідно з Постановою Кабінету міністрів України №55 від 27 січня 2010 року «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею». Рекомендуємо використовувати публікації у журналах, що індексуються у міжнародних наукометричних базах, до прикладу, Scopus, Web of Science та опубліковані не пізніше, ніж за останні 3–5 років).

Примітка: 1. Буквосполучення «зг» відтворюється латиницею як «zgh» (наприклад, Згорани-Zghorany) на відміну від «zh» - відповідника української літератури «ж».

2. М'який знак і апостроф не відтворюються.

3. Транслітерація прізвищ та імен осіб і географічних назв здійснюється шляхом відтворення кожної літери латиницею.

Редакція наголошує, що основним джерелом наукової інформації є наукова стаття за останні п'ять років!

14. Договір про право на друк.

Підписання договору про право на публікацію та розповсюдження статті є обов'язковим при поданні статті.

Відомості про авторів подавати обов'язково (окремим файлом) українською та англійською мовами:

- П.І.Б. (повністю)

- Посада, звання, місце роботи, ORCID ID (<https://orcid.org/register>)

- Контактний телефон та адреса електронної пошти (обов'язково)

Для з'ясування будь-яких питань щодо публікації статті автор (автори) можуть звертатися за адресою: info@imh.com.ua

Ці правила складені на основі «Єдиних вимог до рукописів, що надаються в біомедичні журнали» (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals), розроблених Міжнародним комітетом редакторів медичних журналів (International Committee of Medical Journal Editors), а також з урахуванням вимог Наказу № 1220 від 23.09.2019 («Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук») і вимог до видань, включених у «Перелік наукових фахових видань України», згідно з Наказом № 32 від 15.01.2018 р. Міністерства освіти і науки, молоді і спорту України. 74

Всі статті рекомендовано до публікації на засіданні редакційної колегії після рецензування, комп'ютерний набір і верстка редакції журналу «International Medical Herald».

Підписано до видання Протокол №8 від 22.12.2025 р.

76018, м. Івано – Франківськ, вул. Шевченка 91/2

Цілковите або часткове розмноження в будь-який спосіб матеріалів, опублікованих у цьому виданні, допускається лише з письмового дозволу редакції.

Відповідальність за зміст рекламних матеріалів несе рекламодавець.

Відповідальність за зміст статті несуть автори статті.