



RS Global

ISSN 2413-1032



WORLD SCIENCE

Multidisciplinary Scientific Edition



RS Global

WORLD SCIENCE

№ 7(59)
September 2020

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles. CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re-used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed. Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,

Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

Publisher Office's address:
Dolna 17, lok. A_02
Warsaw, Poland,
00-773

Website: <https://rsglobal.pl/>
E-mail: editorial_office@rsglobal.pl
Tel: +4(822) 602 27 03

DOI: 10.31435/rsglobal_ws
OCLC Number: 1051262033
Publisher - RS Global Sp. z O.O.
Country – Poland
Format: Print and Electronic version
Frequency: monthly
Content type: Academic/Scholarly

EDITORIAL BOARD:

Dmytro Marchenko Ph.D., Associate Professor
Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine

Manwendra Kumar Tripathi Ph.D., National
Institute of Technology Raipur Chhattisgarh, India

Masoud Minaei Ph.D. of GIScience, Ferdowsi
University of Mashhad, Iran

Nobanee Haitham Associate Professor of Finance,
Abu Dhabi University, United Arab Emirates

Almazari Ahmad Professor in Financial
Management, King Saud University-Kingdom of Saudi
Arabia, Saudi Arabia

Lina Anastassova Full Professor in Marketing,
Burgas Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino Professor in Econometrics and
Macroeconomics, Ivane Javakishvili Tbilisi State
University, Georgia

Alkhalwaldeh Abdullah Professor in Financial
Philosophy, Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys Doctor of Technical
Sciences, Professor, LLP "Scientific innovation center
"Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya Professor, Doctor of
Geography, Ivanovo State University, Shuya

Mazbayev Ordenbek Doctor of Geographical
Sciences, Professor of Tourism, Eurasian National
University named after L.N.Gumilev, Kazakhstan

Sentyabrev Nikolay Professor, Doctor of Sciences,
Volograd State Academy of Physical Education, Russia

Ustenova Gulbaram Director of Education
Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical
Science, Kazakh National Medical University name of
Asfendiyarov, Kazakhstan

Harlamova Julia Professor, Moscow State
University of Railway Transport, Russia

Kalinina Irina Professor of Chair of
Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport,
Dr. Sci.Biol., FGBOU VPO Sibirsky State University of
Physical Culture and Sport, Russia

Imangazinov Sagit Director, Ph. D, Pavlodar
affiliated branch "SMU of Semei city", Kazakhstan

Dukhanina Irina Professor of Finance and
Investment Chair, Doctor of Sciences, Moscow State
Medical Dental University by A. I. Evdokimov of the
Ministry of health of the Russian Federation, Russian
Federation

Orehowskyi Wadym Head of the Department of
Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of
Historical Sciences, Chernivtsi Trade-Economic Institute
Kyiv National Trade and Economic University, Ukraine

Peshcherov Georgy Professor, Moscow State
Regional University, Russia

Mustafin Muafik Professor, Doctor of Veterinary
Science, Kostanay State University named after
A. Baitursynov

Ovsyanik Olga Professor, Doctor of Psychological
Science, Moscow State Regional University, Russian
Federation

Suprun Elina Professor, Doctor of Medicine, National
University of Pharmacy, Ukraine

Kuzmenkov Sergey Professor at the Department of Physics
and Didactics of Physics, Candidate of Physico-mathematical
Sciences, Doctor of Pedagogic Sciences, Kherson State University

Safarov Mahmatali Doctor Technical Science, Professor
Academician Academia Science Republic of Tajikistan, National
Studies University "Moscow Power Institute" in Dushanbe

Omarova Vera Professor, Ph.D., Pavlodar State Pedagogical
Institute, Kazakhstan

Koziar Mykola Head of the Department, Doctor of
Pedagogical Sciences, National University of Water Management
and Nature Resources Use, Ukraine

Tatarintseva Nina Professor, Southern Federal University,
Russia

Sidorovich Marina Candidate of Biological Sciences, Doctor
of Pedagogical Sciences, Full Professor, Kherson State University

Polyakova Victoria Candidate of Pedagogical Sciences,
Vladimir Regional Institute for Educational Development Name
L. I. Novikova, Russia

Issakova Sabira Professor, Doctor of Philology, The
Akt'yubinsk regional state university of K. Zhubanov, Kazakhstan

Kolesnikova Galina Professor, Taganrog Institute of
Management and Economics, Russia

Utebaliyeva Gulnara Doctor of Philological Science, Al-
Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Uzilevsky Gennady Dr. of Science, Ph.D., Russian Academy
of National Economy under the President of the Russian
Federation, Russian Federation

Krokhmal Nataliia Professor, Ph.D. in Philosophy, National
Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Chorny Oleksii D.Sc. (Eng.), Professor, Kremenchuk
Mykhailo Ostrohradskyi National University

Pilipenko Oleg Head of Machine Design Fundamentals
Department, Doctor of Technical Sciences, Chernigiv National
Technological University, Ukraine

Nyyazbekova Kulanda Candidate of pedagogical sciences,
Kazakhstan

Cheshmedzhieva Margarita Doctor of Law, South-West
University "Neofit Rilski", Bulgaria

Svetlana Peneva MD, dental prosthetics, Medical University
- Varna, Bulgaria

Rossikhin Vasilii Full dr., Doctor of Legal Sciences,
National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine

Pikhtirova Alina PhD in Veterinary science, Sumy national
agrarian university, Ukraine

Temirbekova Sulukhan Dr. Sc. of Biology, Professor,
Federal State Scientific Institution All-Russia Selection-
Technological Institute of Horticulture and Nursery, Russian
Federation

Tsybaliuk Vitalii Professor, Doctor of Medicine, The State
Institution Romodanov Neurosurgery Institute National Academy
of Medical Sciences of Ukraine

CONTENTS

MEDICINE

<i>Сергій Франк, Михайло Франк, Георгій Франк</i> МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ СИНДРОМУ ХРОНІЧНОГО ТАЗОВОГО БОЛЮ.....	5
<i>Fik V. B., Pal'tov Ye. V.</i> MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF GINGIVAL COMPONENTS AT DIFFERENT TERMS OF EXPERIMENTAL OPIOID INFLUENCE.....	13
<i>Сергій Франк, Михайло Франк, Георгій Франк</i> МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ БОЛЬОВИХ РОЗЛАДІВ КРИЖОВО- КЛУБОВОГО СУГЛОБУ	18
<i>Минухин Дмитрий Валерьевич, Цивенко Алексей Иванович, Королевская Алла Юрьевна, Тарасенко Людмила Григорьевна, Мельник Дарья Юрьевна, Шкурат Андрей Николаевич</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АСПЕКТОВ ПАТОГЕНЕЗА ГНОЙНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ТОРАКО-АБДОМИНАЛЬНОЙ ТРАВМЕ.....	26
<i>Lysak Andrii, Diadyk Olena</i> RELATIONSHIP BETWEEN THE RESULTS OF IMMUNOHISTOCHEMICAL EXAMINATION (PHN3, KI-67) AND POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY DATA (SUVMAX) OF OROPHARYNGEAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA.....	30
<i>Сергій Франк, Михайло Франк, Георгій Франк</i> МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ ВИВИХУ СКРОНЕВО- НИЖНЬОЩЕЛЕПНОГО СУГЛОБА І ЙОГО МЕНІСКА.....	40
<i>Dyachenko Hlib Dmytrovych, Volkova Yuliya</i> DYNAMICS OF PHOSPHATE LEVEL AND ADAPTATION POTENTIAL IN THE IMPLEMENTATION OF THE ERAS-PROTOCOL IN OVERWEIGHT PATIENTS WITH A SURGICAL PROFILE.....	47
<i>Сергій Франк, Михайло Франк, Георгій Франк</i> РЕЗУЛЬТАТИ ВПЛИВУ МАНУАЛЬНОЇ КОРЕКЦІЇ ПЕРЕКОСУ ТАЗА НА ПЕРЕБІГ ОНІХОКРИПТОЗУ	54
<i>Mykhnevych Kostiantyn Georgijovych, Volkova Yuliya Viktorivna, Kudinova Olha Vasylivna, Dolgopolova Anastasia Valeriivna, Lutska Svitlana</i> INFLUENCE OF SUBARACHNOID ANESTHESIA IN THE PRONE POSITION ON THE ENERGY OF CIRCULATION.....	61
<i>Yuliya Tyravska, Viktor Lizogub, Nataliia Raksha, Oleksi Savchuk</i> COMPARISON OF PLASMA COAGULABILITY AFTER SHORT-TERM TREATMENT WITH ROSUVASTATIN VERSUS ATORVASTATIN IN UNSTABLE ANGINA PATIENTS.....	68

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

<i>Akhmedova Jamilya Adizovna</i> TECHNICAL TRAINING OF GYMNASTS-ARTISTS AT THE STAGE OF SPORTS IMPROVEMENT.....	75
<i>Niyazova Regina Rustamovna</i> PHYSIOTHERAPY AS A MEANS OF IMPROVING THE PHYSICAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCE OF YOUNG TRIATHLETES.....	80

PHARMACY

- Брубейкер І. О., Білан О. А., Марченко-Толста К. С.*
ІННОВАЦІЇ В НАНОМЕДИЦИНІ ТА НАНОФАРМАЦІЇ..... 84
- Alla Nemchenko, Viktoriia Mishchenko, Olena Vynnyk*
ANALYSIS OF THE MODERN STATE OF SPORT NUTRITION DEVELOPMENT
IN THE WORLD AND UKRAINE..... 91

CHEMISTRY

- Givi Papava, Marina Gurgenshvili, Ia Chitrekashvili,
Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili*
SYNTHESIS OF NOVOLAC TYPE PHENOL FORMALDEHYDE OLIGOMERS..... 97
- Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Marina Gurgenshvili,
Ia Chitrekashvili, Zurab Chubinishvili*
EPOXY POLYMERS BASED ON DIGLYCIDYL ETHERS WITH CYCLIC GROUPS..... 100
- Givi Papava, Nazi Gelashvili, Eter Gavashelidze, Riva Liparteliani, Ketevan Archvadze*
STUDY OF POLYCONDENSATION PROCESS OF CARBAMIDE WITH
FORMALDEHYDE TO RECEIVE BIODEGRADABLE POLYMERS..... 106
- К. Т. Арчвадзе, И. Р. Чачава, Р. П. Цискаришвили,
Н. З. Хотенашвили, З. Ш. Табукашвили*
СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕЛИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С
ПОЛИКАРБОНАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ..... 110

GEOLOGY

- Степченко Владимир Николаевич, Родна Валентина Антоновна,
Багрянцев Владимир Анатольевич, Шель Владимир Алексеевич*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
ПОИСКА РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ,
В ТОМ ЧИСЛЕ ПАЛЛАДИЯ..... 115

BIOLOGY

- Бойко М. О., Фурман Ю. М., Онищук В. Є., Гаврилова Н. В., Мірошніченко В. М.*
ВПЛИВ ЗАНЯТЬ СПОРТОМ НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СЕРЦЕВО-
СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДІВЧАТ 17-21 РОКІВ ПОДІЛЬСЬКОГО РЕГІОНУ..... 123

ENGINEERING SCIENCES

- Salimov Vagif Hasan Oglu*
SOFTWARE SELECTION ON BASE OF SUGENO INTEGRAL..... 126
- Березуцький В. В., Хондак І. І.*
ОЦІНКА РИЗИКУ УТВОРЕННЯ ЧАДНОГО ГАЗУ ПРИ РУЧНОМУ ДУГОВОМУ
ЗВАРЮВАННІ..... 130
- Ширяєва Світлана Володимирівна, Свірін Дмитро Олександрович*
ФАКТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАРТІОННИХ ВАНТАЖІВ..... 137

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

- Veselin Rangelov, Daniela Staykova*
VERTICAL FARMS..... 145

MEDICINE

МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ СИНДРОМУ ХРОНІЧНОГО ТАЗОВОГО БОЛЮ

Сергій Франк,

*Ортопед-травматолог, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0053-6898>*

Михайло Франк,

*Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5145-9290>*

Георгій Франк,

*Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, фельдшер, мануальний терапевт,
МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2377-1337>*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7162

ARTICLE INFO

Received: 11 July 2020

Accepted: 08 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

chronic pelvic pain syndrome, prostate pain syndrome, bladder pain syndrome, vaginal pain syndrome, manual therapy, shock-wave therapy.

ABSTRACT

Chronic pelvic pain syndrome is a combination of multiple chronic urogenital pain syndromes. This paper deals with only some of them such as: prostate, bladder and vaginal pain syndromes as well as the possibility of treating non-infectious instances of the said syndromes with manual therapy. The study proves that manual therapy combined with shock wave therapy can successfully aid patients with treatment-resistant manifestations of chronic pelvic pain syndrome, in particular, prostatic, bladder and vaginal pain syndromes, who haven't been able to achieve their desired results through conventional treatment.

Citation: Sergii Frank, Michael Frank, George Frank. (2020) Manual Therapy for Treating Chronic Pelvic Pain Syndrome. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7162

Copyright: © 2020 **Sergii Frank, Michael Frank, George Frank**. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. При лікуванні методами мануальної терапії патологій попереково-крижового відділу хребта доволі часто доводиться боротися з хронічним тазовим болем (ХТБ). Але далеко не завжди цей біль викликаний захворюваннями хребта. Не рідко хронічний тазовий біль поєднує в собі численні синдроми хронічного сечостатевого болю, механізми виникнення яких надзвичайно різноманітні і далеко не завжди добре вивчені.

ХТБ локалізується в області тазу, не пов'язаний зі злоякісними новоутвореннями, може зустрічатися як у чоловіків, так і в жінок [3]. Міжнародне товариство з проблем нетримання сечі (ICS) в 2002 р. дало наступне формулювання синдрому тазового болю (СТБ): «Персистуючий або рецидивуючий тазовий біль, асоційований із симптомами дисфункції нижніх сечових шляхів, кишковими, сексуальними і гінекологічними дисфункціями. При цьому інфекційні агенти або явні патологічні процеси, які могли б спричинити болі, не встановлені» [1, 3].

Згідно з «Клінічними настановами» [3] **синдром хронічного тазового болю (СХТБ)** включає урологічний, гінекологічний, аноректальний, нервовий, м'язовий біль. В свою чергу урологічний біль проявляється больовими синдромами: сечоміхуровим, уретральним,

простатичним, мошонковим, пенільним [3]. Гінекологічний больовий синдром буває вагінальним, вульварним, таким, що розвинувся на фоні ендометриту [3].

В той же час хронічний тазовий біль може бути викликаний синдромами нетазового болю, як то неврологічним, чи урологічним [3].

Хронічний тазовий біль, пов'язаний із патологіями хребта, успішно лікується методами мануальної терапії, але, як показує лікарська практика і підтверджують наукові джерела [3, 11, 12], багато синдромів тазового болю, спричинених захворюваннями органів тазу, також впевнено піддаються мануальному лікуванню. Адже і при хворобах хребта і при багатьох синдромах тазового болю, пов'язаних із захворюваннями органів тазу, наявні блокування в суглобах хребта, які і є однією з причин даних патологій [7, 10].

Хворий, який із болями в нижній ділянці спини звертається до ортопеда-травматолога мануального терапевта, перш за все прагне з допомогою профільного спеціаліста позбутися проблем у попереково-крижовому відділі хребта, тому не завжди озвучує всі скарги й перелік вже діагностованих захворювань в області тазу, що його турбують не один рік і від них він безуспішно лікується. Але часто, коли хвороба органів тазу неінфекційного походження і має зв'язок із зміщенням розташування хребців один відносно одного та защемленням пов'язаних із ними нервових закінчень, саме мануальний терапевт здатен успішно подолати недугу [7, 10]. Якраз на деяких із таких випадків і буде зосереджена увага в даній статті.

Хронічний тазовий біль поєднує в собі численні синдроми хронічного сечостатевого болю, в даній публікації ми зосередимося лише на кількох із них, зокрема: простатичному, сечоміхуровому і вагінальному, та розглянемо можливості лікування їх мануальними методами у разі неінфекційного виникнення цих синдромів.

Мета даного дослідження – вивчити результати впливу мануальної терапії на больові синдроми внутрішніх органів тазу, які формують синдром хронічного тазового болю.

Матеріали і методи.

Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр» загалом 52 пацієнтів із синдромом хронічного тазового болю, локалізованого у внутрішніх органах тазу, в період з квітня 2016 по квітень 2020 року. Із них урологічний біль у 22 пацієнтів (42,3%) проявлявся простатичним больовим синдромом, у 21 особи (40,4%) – сечоміхуровим больовим синдромом; гінекологічний біль у 9 пацієток (17,3%) був викликаний вагінальним больовим синдромом. Усі хворі дослідницької групи, окрім хронічних больових синдромів, локалізованих у тазових органах, мали різні патології попереково-крижового і часто грудного відділів хребта. Контрольна група складала 53 особи, які страждали на різні патології попереково-крижового відділу хребта і не мали СХТБ.

Обстеження хворих у МЦ «Український Травмоцентр» передбачало проведення огляду ортопедом-травматологом мануальним терапевтом, а також, при необхідності, для уточнення локалізації патології, виконання рентгену, КТ, МРТ цільових ділянок хребта. Мануальна діагностика включала ручну діагностику рухомості і «суглобової гри» дуговідросткових (фасеткових) суглобів за допомогою пасивних рухів і зміщень в різних площинах вісей руху хребта, спеціальні прийоми досліджень функціонального стану м'язової сфери і рухового стереотипу з метою визначення ділянок функціональної блокади рухових сегментів хребта [7, 8, 15]. Вимірювання інтенсивності болю здійснювалося методом оцінки больових відчуттів за допомогою візуальної аналогової шкали (ВАШ). Позитивним результатом лікування вважалося зниження больового синдрому на 80% і більше.

У даній публікації ставилося завдання дослідити вплив мануальної терапії на больові синдроми внутрішніх органів тазу, які є складовими синдрому хронічного тазового болю, шляхом подолання патологій попереково-крижового відділу хребта.

Лікування здійснювалося за авторською методикою С. Франка [5, 6], в основу якої покладені кращі досягнення європейської школи мануальної терапії К. Левіта [10], розвинені й доповнені власними напрацюваннями автора і досягненнями українських колег. Європейська школа мануальної терапії К. Левіта бачить передумови для мануального лікування в порушенні функції рухової системи. Найбільш адекватний метод лікування зворотних функціональних обмежень руху – це маніпуляції [10, с. 20]. Мета маніпуляційного лікування полягає у відновленні функції суглоба в тих місцях, де вона загальмована (блокована) [10, с. 23]. Об'єктом маніпуляції є функціональні порушення, в основному блокування в суглобах. Під

блокуванням розуміють обмеження руху в руховому сегменті [10, с. 20]. Авторська методика С. Франка захищена науковими публікаціями в європейській науковій медичній періодиці [5-8]. Суть методу полягає в застосуванні прийомів мануальної терапії (мобілізації, маніпуляції, тракції, форсованої флексії, пасивних вправ) в поєднанні, за потреби, з ударно-хвильовою терапією (УХТ). Використання цих двох компонентів у одній методиці дозволяє здобути синергетичний ефект [5-8].

Вказана методика після зібраного анамнезу передбачає:

- Уточнення пальпацією і, за потреби, датчиком УХТ локалізації блокованих сегментів і тригерних точок.

- Використання УХТ, за потреби, для зниження больової чутливості в цільових зонах, покращення трофічної функції нерва, посилення кровообігу на ділянці блокованого сегмента по ходу нерва, який турбує, в м'яких тканинах, у виростках кісток, суглобах і місцях, де нерв входить у вузькі канали (при цьому рівень енергії має утримуватися в максимальних комфортних для пацієнта межах).

- Застосування прийомів мануальної терапії на ділянках хребта в наступній послідовності: поступове зменшення зміщення й ротації окремих хребців дуги викривлення та торсії сегментів цієї дуги в зоні їх рухливості.

- Періодичне повторення вказаних процедур до отримання позитивного клінічного результату [5-8].

Даний метод успішно практикується протягом останніх п'ятнадцяти років для лікування також і неінфекційних больових синдромів внутрішніх органів тазу, які є складовими синдрому хронічного тазового болю.

Результати та їх обговорення.

У період із квітня 2016 по квітень 2020 року дослідницька група із 52 пацієнтів із синдромом хронічного тазового болю, локалізованого у внутрішніх органах тазу, проходила лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр». До групи входили хворі з урологічним боєм: 22 чол. (42,3%) з простатичним больовим синдромом (ПБС) та 21 чол. (40,4%) – з сечоміхуровим больовим синдромом (СМБС), а також 9 пацієток (17,3%) з гінекологічним боєм, викликаним вагінальним больовим синдромом (ВБС). У дослідженні взяли участь 32 (61,5%) чоловіків віком від 33 до 72 років, середній вік 59 років; і 20 (38,5%) жінок віком від 22 до 68 років, середній вік 50 років. Середній вік усіх пацієнтів становив 55 років. Усі хворі дослідницької групи, окрім хронічних больових синдромів, локалізованих в тазових органах, мали різні патології попереково-крижового відділу хребта. Контрольна група складала 53 особи, з них 32 (60,4%) чоловіків і 21 (39,6%) жінка. Вік пацієнтів: чоловіків – від 30 до 71 року, середній вік – 59 років; жінок – від 20 до 68 років, середній вік – 50 років. Загальний середній вік пацієнтів – 55 років. Усі хворі контрольної групи страждали на різні патології попереково-крижового відділу хребта і жоден із пацієнтів не мав СХТБ.

До початку лікування в МЦ «Український Травмоцентр» усі хворі дослідницької групи мали встановлений іншими медичними закладами діагноз СХТБ чи конкретних неінфекційних захворювань внутрішніх органів тазу, пов'язаних із простатичним, сечоміхуровим та вагінальним больовими синдромами. Крім того всі вони мали негативний досвід тривалістю 1-10 років лікування цих патологій у різних медичних закладах методами, не пов'язаними з мануальним впливом.

При опитуванні пацієнтів дослідницької групи виявилось, що у всіх хворих дебют больового синдрому спочатку відбувся в попереково-крижовому відділі хребта і лише з часом (0,5-3 роки) проявився СХТБ чіткої або нечіткої локалізації.

За період лікування пацієнти як дослідницької, так і контрольної груп пройшли від одного до п'яти курсів мануальної терапії, кожен із яких включав від двох до десяти сеансів. Метою мануального впливу було досягнення відсутності больового синдрому чи зниження його хоча б на 80%. Вказаний результат вдалося отримати у 19 з 22 хворих (86,4%) на простатичний больовий синдром, у 19 з 21 пацієнта (90,5%) з сечоміхуровим больовим синдромом і у 8 з 9 осіб (88,9%) з вагінальним больовим синдромом. Усереднений показник складає 88,6%. При цьому в контрольній групі повністю позбавитися больового синдрому чи знизити його інтенсивність на 80% змогли 94,3%. Трьом пацієнтам із простатичним больовим синдромом, двом із сечоміхуровим та одній хворій із вагінальним больовим синдромом не

вдалося досягти зниження больового синдрому хоча б на 80%, отже є певне число клінічних випадків (в нашому дослідженні це 11,4%), де мануальне втручання не може на даному етапі повною мірою вирішити поставлене завдання. Вказані шестеро хворих мають значні позитивні зрушення в лікуванні, але вони нижчі поставлених рубежів, хоча існують способи в рамках використовуваного методу їх підвищити – це зокрема замість радіального апарата ударно-хвильової терапії застосувати потужніший фокусований апарат УХТ, що дозволить знизити больову чутливість в цільових зонах.

Загальна тривалість лікування в пацієнтів дослідницької групи становила від одного місяця до одного року і чотирьох місяців, у хворих контрольної групи – від місяця до року. Загальні статистичні дані з перебігу лікування показано в Табл. 1.

Таблиця 1. Лікування синдрому хронічного тазового болю методами мануальної терапії

	Дослідницька група (СХТБ)			Контрольна група (патології ПКВХ)	
	Урологічний біль		Гінекологічний біль		
	Простатичний больовий синдром	Сечоміхуровий больовий синдром	Вагінальний больовий синдром		
К-сть пацієнтів, чол.	22 (42,3%)	21 (40,4%)	9 (17,3%)	53	
Середня тривалість больового синдрому, р.	7	4	3	6	
К-сть курсів лікування, шт.	1-5	1-5	1-5	1-5	
К-сть сеансів у курсі лікування, шт.	3-10	3-10	3-10	2-8	
Загальна кількість лікувальних сеансів, шт.	3-50	3-50	3-50	2-40	
Інтенсивність болю по шкалі ВАШ до лікування	4-8	4-9	3-9	4-10	
Інтенсивність болю по шкалі ВАШ в процесі лікування	1 курс	3-8	4-8	3-8	4-7
	2 курс	3-6	3-7	2-7	3-5
	3 курс	2-5	2-5	2-5	3-6
	4 курс	1-4	1-3	2-4	2-4
	5 курс	0-3	0-2	0-2	0-2

З наведеної статистики можна зробити наступні висновки:

- СХТБ, зокрема ПБС, СМБС та ВБС, успішно піддається мануальному лікуванню
- Мануальні методи здатні подолати тяжковиліковні форми ПБС, СМБС і ВБС з негативним досвідом лікування іншими методами
- Мануальне лікування СХТБ є достатньо тривалим процесом і потребує 3-50 лікувальних сеансів
- Загальна тривалість мануального лікування СХТБ складає від одного місяця до одного року і чотирьох місяців
- Мануальна терапія здатна повністю подолати або знизити хоча б на 80% больові синдроми при СХТБ
- Процес мануального лікування СХТБ триваліший за часом і трудовитратами, ніж аналогічний процес лікування патологій попереково-крижового відділу хребта (ПКВХ)

Отже, проведене дослідження підтвердило доцільність консервативного лікування методами мануальної терапії СХТБ. В порівнянні з іншими методами лікування застосування мануальної терапії для цієї мети має ряд суттєвих переваг: це і відсутність побічної дії,

безпеку, простота у використанні, достатньо швидке досягнення результату, неінвазивність, економічність, ефективність.

Таким чином, метод мануальної терапії в поєднанні з ударно-хвильовою терапією дозволяє надавати допомогу хворим зі стійкими до лікування проявами СХТБ, зокрема, простатичного, сечоміхурового та вагінального больових синдромів, які не отримали бажаного результату при використанні традиційних методів лікування.

Клінічний випадок №1

Згідно з «Клінічними настановами» [3] простатичний больовий синдром (ПБС) визначається як «Персистуючий або рецидивуючий біль в області простати, при якому відмічаються симптоми статевих розладів і порушення сечовипускання. Відсутнє інфекційне ураження чи явна патологія органа» [11].

Пацієнт К., чоловік, 45 років, спеціаліст ІТ. Вперше звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» в липні 2016 р.

DS: Незапальний ХП/СХТБ (відсутність лейкоцитів у сімені, простатичному секреті, третій порції сечі). Простатичний больовий синдром.

Скарги: Протягом 8 місяців больові відчуття в області таза з віддачею в ліве стегно. Тяжкість, дискомфорт, ниючі болі в промежині, мошонці, порушення процесу сечовипускання, відчуття неповного випорожнення сечового міхура, погіршення ерекції.

Анамнез захворювання: Пацієнт пов'язує початок захворювання з малорухливою сидячою роботою, високим рівнем стресу, переохолодженням. Слабкий розмитий біль в тазі з'явився в листопаді 2015 р. і поступово підсилювався та за місяць змусив хворого звернутися в поліклініку, де здійснили клінічні дослідження, які виключили інфекційний характер захворювання та поставили діагноз простатит і провели безуспішне лікування, яке включало медикаментозні засоби, фітотерапію, масаж, акупунктуру. Через 4 місяці перекваліфікували діагноз на: синдром хронічного тазового болю на фоні хронічного простатиту (ХП/СХТБ), простатичний больовий синдром (ПБС) і продовжили медикаментозне лікування, яке не дало очікуваних результатів. Через 8 місяців від початку захворювання пацієнт звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» на консультацію до ортопеда-травматолога мануального терапевта.

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом були виявлені функціональні блоки в рухомих сегментах Th11-Th12 грудного відділу та L1-L2, L2-L3, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта. МРТ підтвердило протрузії міжхребцевих дисків Th11-Th12 грудного відділу та L1-L2, L2-L3 попереково-крижового відділу хребта.

Лікування: В липні-серпні 2016 р. проведено перший курс мануальної терапії, який включав 5 сеансів мануальної корекції функціональних блоків в рухових сегментах Th11-Th12 грудного відділу та L1-L2, L2-L3, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта. Цим курсом вдалося зняти блокування в рухових сегментах Th11-Th12 та L5-S1. Деяко знизилася тяжкість, дискомфорт, ниючі болі в тазі, промежині, мошонці, полегшився процес сечовипускання. Інтенсивність болів у тазі й промежині знизилася із 5 одиниць до 3 по шкалі ВАШ. Другим курсом із трьох сеансів у вересні 2016 р. було подолано блокування в сегменті L1-L2, ниючі болі в тазі, промежині, мошонці, стегні, зникло відчуття неповного випорожнення сечового міхура. Третім курсом із двох сеансів у листопаді 2016 р. розблоковано сегмент L2-L3, зникли тяжкість і дискомфорт, відновилась ерекція. Контрольне опитування в 2017, 2018, 2020 роках підтвердило одужання пацієнта.

Клінічний випадок №2

Згідно з «Клінічними настановами» [3] сечоміхуровий больовий синдром (СМБС) визначається як «Біль, що локалізується в надлонній області і з'являється при наповненні сечового міхура. Супроводжується прискореним сечовипусканням в денний і нічний час. Відсутнє інфекційне ураження чи явна патологія органа [1, 4]. У формулюванні Європейського товариства зо вивчення СМБС/ІЦ (ESSIC) основна увага приділяється локалізації болю в сечовому міхурі [17]».

Пацієнт М., чоловік, 67 років, професор НДІ. Вперше звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» в грудні 2018 р.

DS: Хронічне запалення сечового міхура, інтерстиціальний цистит, сечоміхуровий больовий синдром. Цитологічні дослідження на лейкоплакію негативні.

Скарги: Біль в області сечового міхура з віддачею в пах, періодичне неконтрольоване підтікання сечі, якому передують різкий потяг до сечовипускання. Спонтанне сечовиділення може статися в будь-якому місці в будь-який час без фізичної напруги. Болі в спині на рівні попереку і крижів. Біль підсилюється при наповненні сечового міхура і послаблюється при його спорожненні, а потім знову швидко наростає. Часті мізерні сечовипускання: вдень – 20-30 разів, вночі – 2-5 разів. Переважання кількості нічної сечі над денною.

Анамнез захворювання: Тазові болі в області сечового міхура вперше з'явилися 7 років тому у віці 60 років. Тоді ж був поставлений діагноз: цистит, нетримання сечі, який згодом трансформувався в інтерстиційний цистит, сечоміхуровий больовий синдром. Багаторазово проходив консервативне курсове та епізодичне медикаментозне лікування, спрямоване на відновлення слизового шару сечового міхура, пригнічення неврологічної гіперактивності, в тому числі із застосуванням антигістамінних засобів. Регулярно використовував альтернативні й допоміжні методи лікування, такі як поведінкова терапія, тренування сечового міхура, дієта, акупунктура, гіпноз, фізіотерапія. Незважаючи на постійне й планомірне лікування зупинити прогресування СМБС/Щ не вдалося. Тому звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» з метою випробувати ще один метод лікування.

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом виявлені функціональні блоки в рухомих сегментах Th4-Th5, Th5-Th6, Th10-Th11, Th11-Th12 грудного відділу та L1-L2, L2-L3, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта. МРТ дослідження виявило парамедіанні протрузії Th4-Th5, Th5-Th6, Th6-Th7, Th10-Th11 грудного відділу і дифузні циркулярні протрузії L2-L3, L3-L4, L4-L5 попереково-крижового відділу хребта та грижі міжхребцевих дисків Th11-Th12, L1-L2.

Лікування: В грудні 2018 р. – лютому 2019 р. проведено перший курс мануальної терапії, який включав 10 сеансів мануальної корекції функціональних блоків у рухомих сегментах Th4-Th5, Th5-Th6, Th10-Th11, Th11-Th12, L1-L2, L2-L3, L5-S1 грудного і попереково-крижового відділів хребта. Першим курсом вдалося зняти функціональні блоки Th5-Th6, L2-L3, L5-S1. Інтенсивність болю в області сечового міхура ослабла з 6 до 4, а болю в спині – з 4 до 2 за шкалою ВАШ. Знизилася частота денних сечовипускань до 10-15 разів на день, ослабло неконтрольоване підтікання сечі в денні й нічні години. Другий курс мануальної терапії з 6 сеансів проведено в квітні 2019 р. Були зняті функціональні блоки Th4-Th5, Th10-Th11. Інтенсивність болю в області сечового міхура ослабла з 4 до 3, а болю в спині – з 2 до 1 за шкалою ВАШ. Знизилася частота денних сечовипускань до 8-10 разів на день, зменшилося неконтрольоване підтікання сечі в денні й нічні години. Третій курс мануальної корекції з 3 сеансів проведено в червні 2019 р. Був знятий функціональний блок Th11-Th12. Інтенсивність болю в області сечового міхура ослабла з 4 до 2, а болю в спині – з 2 до 1 за шкалою ВАШ. Частота денних сечовипускань не перевищувала 10 раз на день, неконтрольоване підтікання сечі в денні й нічні години значно скоротилося. Четвертий курс із двох сеансів у серпні 2019 р. зняв функціональний блок L1-L2, інтенсивність болю в області сечового міхура і спини залишилася незмінною – відповідно 2 і 1, частота денних сечовипускань становила 7-10 разів, неконтрольоване підтікання сечі в денні і нічні години припинилося. П'ятий курс із двох сеансів у жовтні 2019 р. підтвердив відсутність фізіологічних блокувань сегментів хребта, інтенсивність болю в області сечового міхура й спини відчувалася на рівні одиниці за шкалою ВАШ, частота денних сечовипускань становила 7-8 разів, неконтрольоване підтікання сечі в денні й нічні години було відсутнє. Контрольні опитування в грудні 2019 р. і липні 2020 р. підтвердили закріплення рівня, досягнутого за підсумками п'ятого курсу лікування. За результатами п'яти курсів лікування вдалося досягти покращення стану на 85%. Іннервація сечового міхура, діафрагми таза, уретри, зовнішнього сфінктера сечовивідного каналу здійснюється нервами закінчення яких знаходяться на рівні Th11-Th12, L1-L2, S2-S4. Розблокувавши відповідні сегменти і знявши защемлення нервових закінчень, вдалося досягти значного полегшення стану хворого, хоча повного одужання досягти й не вдалося.

Клінічний випадок №3

Згідно з «Клінічними настановами» [3] вагінальний больовий синдром (ВБС) визначається як: «Персистуючий або рецидивуючий епізодичний біль у вагіні, при якому відмічаються симптоми розладів сечового тракту і статевих розладів. Відсутнє інфекційне ураження чи явна патологія органа» [1]. Правильний діагноз вагінізму може бути поставлений

лише тоді, коли наявні два компоненти – сексуальний больовий розлад і мимовільне скорочення м'язів тазового дна [2, 9, 13, 14, 16].

Пацієнтка А., жінка, 32 роки, економіст, мати двох дітей 10 і 8 років. Вперше звернулася в МЦ «Український Травмоцентр» у березні 2017 р.

DS: Вагінальний больовий синдром (ВБС), люмбалгія, люмбалізація.

Скарги: Наростаючі ниючі болі в попереку, локалізуються справа. Неконтрольовані болісні спазми піхви й тазового дна при спробі здійснення статевого акту, введенні тампона або пальця чи проведенні гінекологічного дослідження. При припиненні спроби проникнення спазм сам собою проходить.

Анамнез захворювання: Болі в попереку вперше з'явилися 5 місяців тому, через місяць до них приєдналися спазми піхви й тазового дна. Початок захворювання пацієнтка пов'язує з ремонтом у квартирі, який вона проводила самостійно, переміщуючи при цьому тяжкі меблі. Болі в попереку поступово наростали, а спазми м'язів піхви настільки посилювалися, що статевий акт став не лише болісним, а й зовсім неможливим. Інтенсивність болю по шкалі ВАШ в попереку складала 4, вагінальний больовий синдром – 8. Пацієнтка перебувала в гармонійному шлюбі протягом 11 років і вагінізмом ніколи не страждала. При зверненні в поліклініку був поставлений діагноз остеохондроз та вторинний вагінізм і призначено медикаментозне, фізіотерапевтичне лікування та психотерапевтичну корекцію. Тримісячне лікування не дало позитивних результатів, тому хвора звернулася в МЦ «Український Травмоцентр».

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом виявлені функціональні блоки в рухомих сегментах Th9-Th12 грудного відділу хребта, спостерігається збільшення й ущільнення поперекового лордозу, виявлені функціональні блоки в рухових сегментах L3-S2 попереково-крижового відділу хребта. Рухливість хребта в боковому й передньо-задньому напрямках обмежена. При здійсненні маніпуляції в руховому сегменті S1-S2 виявлена рухливість, що свідчить про наявність люмбалізації. Проведені рентгенівське, МРТ і КТ дослідження підтвердили наявність односторонньої правобічної люмбалізації S1.

Лікування: В березні-квітні 2017 р. проведено перший курс мануальної терапії, який включав 6 сеансів мануальної корекції функціональних блоків у рухових сегментах Th9-Th12 грудного відділу та L3-S2 попереково-крижового відділу хребта. Результатом першого курсу мануальної терапії стала повна відсутність больового синдрому в попереку (інтенсивність болю 0 по шкалі ВАШ) і значне зниження інтенсивності вагінальних спазмів, став доступним больочий сексуальний акт (інтенсивність болю 4 по шкалі ВАШ). Повністю знято функціональні блоки в рухових сегментах Th9-Th12. В червні 2017 р. перед проведенням другого курсу мануальної терапії інтенсивність болю в попереку з 0 зросла до 2, вагінальний больовий синдром зберіг інтенсивність 4, вагінальні спазми тривали. Другий курс складався з 4-х сеансів, в його ході були повністю зняті функціональні блоки сегментів L3-S2 попереково-крижового відділу хребта, болі в попереку, інтенсивність вагінального больового синдрому знизилася до 2, залишались незначні вагінальні спазми. Третій курс мануальної корекції з двох сеансів відбувся у вересні 2017 р. Перед ним за відсутності болю в попереку мав місце незначний блок у сегменті L5-S1, інтенсивність вагінального больового синдрому залишалась на рівні 2. Третім курсом було повністю подолано блокування в хребті, вагінальний спазм і вагінальний больовий синдром. Контрольне опитування пацієнтки в 2018, 2019 і 2020 роках підтвердило відсутність згаданих больових синдромів і вагінального спазму.

В даному клінічному випадку причиною захворювань була вроджена аномалія хребта – люмбалізація S1, що протікала безсимптомно, допоки значним фізичним навантаженням не було спровоковано зрушення в сегменті S1-S2, яке призвело до зацемлення нервових закінчень нервів, котрі іннервують піхву й діафрагму таза – це і викликало вагінальний больовий синдром і спазм.

Висновки. Даним дослідженням доведено, що методами мануальної терапії можна успішно боротися не лише з патологіями хребта і суглобів, а і з багатьма синдромами тазового болю спричиненими неінфекційними захворюваннями внутрішніх органів таза, адже часто вони також викликані блокуваннями в суглобах хребта.

ЖИТЕПАТҮПА

1. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, van Kerrebroeck P, Victor A, Wein A. (2003) The standardization of terminology of lower urinary tract function: report from the Standardization Subcommittee of the International Continence Society. *Urology*; 61(1):37–49.
2. Drenth JJ, Andriessen S, Heringa MP, Mourits MJ, van de Wiel HB, Weijmar Schultz WC. (1996) Connections between primary vaginismus and procreation: some observations from clinical practice. *J Psychosom Obstet Gynaecol*; 17: 195–201.
3. Fall M., Baranowski A.P., Elneil S., Engeler D., Hughes J., Messelink E.J., Oberpenning F., de C. Williams A.C. (2010) EAU guidelines on chronic pelvic pain. *European Association of Urology*; 57(1):35-48.
4. Fall M, Baranowski AP, Fowler CJ, Lepinard V, Malone-Lee JG, Messelink EJ, Oberpenning F, Osborne JL, Schumacher S. (2003) EAU Guidelines on Chronic Pelvic Pain. In: *EAU Guidelines*, edition published at the 18th Annual EAU Congress, Madrid, ISBN 90-70244-06-3. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15548433>
5. Frank Sergii. (2019). Experience in treating long-term effects of concussions and PTSD using manual therapy combined with shock wave therapy. *World Science*. 4(44), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30042019/6470.
6. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019). Manual Therapy as an Alternative Treatment for Panic Attacks. *World Science*. 8(48), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/31082019/6633.
7. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019) Manual Therapy in Treating Primary Nocturnal Enuresis. *World Science*. 11(51), Vol.2. doi:10.31435/rsglobal_ws/30112019/6775.
8. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2020) Rehabilitation Treatment of Lumbarization-Related Pathologies Via Manual Therapy. *World Science*. 6(58), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062020/7113.
9. Lamont JA. (1978) Vaginismus. *Am J Obstet Gynecol*; 131:633–6.
10. Lewit K., Sachse J., Janda V. (1993) *Manual Medicine*. – M.: Medicine.
11. Nickel JC. (1999) Prostatitis: evolving management strategies. *Urol Clin North Am* Nov; 26(4):737–51. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10584615>
12. Nickel JC, Weidner W. (2000) Chronic prostatitis: current concepts and antimicrobial therapy. *Infect Urol*; 13:22–8.
13. Reissing ED, Binik YM, Khalife S. (1999) Does vaginismus exist? A critical review of the literature. *J Nerv Ment Dis*; 187:261–74.
14. Reissing ED, Binik YM, Khalifé S, Cohen D, Amsel R. (2004) Vaginal spasm, pain, and behavior: an empirical investigation of the diagnosis of vaginismus. *Arch Sex Behav*; 33:5–17.
15. Sittel A.B. (2014) *Manual therapy (a guide for doctors)*. – M.: Publishing house BINOM. 468.
16. van Lankveld JJ, ter Kuile MM, de Groot HE, Melles R, Nefs J, Zandbergen M. (2006) Cognitive-behavioral therapy for women with lifelong vaginismus: a randomized waiting-list controlled trial of efficacy. *J Consult Clin Psychol*; 74:168–78.
17. van de Merwe JP, Nordling J, Bouchelouche P, Bouchelouche K, Cervigni M, Daha LK, Elneil S, Fall M, Hohlbrugger G, Irwin P, Mortensen S, van Ophoven A, Osborne JL, Pecker R, Richter B, Riedl C, Sairanen J, Tinzi M, Wyndaele JJ. Diagnostic criteria, classification, and nomenclature for painful bladder syndrome/interstitial cystitis: an ESSIC proposal. *Eur Urol* 2008 Jan; 53(1):60–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17900797>

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF GINGIVAL COMPONENTS AT DIFFERENT TERMS OF EXPERIMENTAL OPIOID INFLUENCE

Fik V. B.,

PhD in Anatomy, Assoc. Professor, Department of Normal Anatomy, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ministry of Health of Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2284-4488>

Pal'tov Ye. V.,

PhD in Anatomy, Assoc. Professor, Department of Normal Anatomy, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ministry of Health of Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2622-4753>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7163

ARTICLE INFO

Received: 13 July 2020

Accepted: 10 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

opiod, the mucous membrane of the gingival, hemomicrocirculatory bed, rats, morphometric study.

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate changes in morphometric parameters of the gingival epithelial thickness, connective tissue papillae height and lumen diameter of arterioles, capillaries and venules in the dynamics after two, four and six weeks of experimental opioid exposure. Studies were performed on outbred white male rats. In the experiment, animals were injected with increasing opioid analgesic nalbuphine for six weeks, which ranged from 0.212 to 0.252 mg / kg. For histological and morphometric studies, semi-thin sections of the upper and lower jaws of rats were used. It was found that with the introduction of the opioid analgesic nalbuphine in increasing doses, the difference in the components of the periodontium were statistically significant compared with similar values of intact animals, indicating reactive changes in the gingival mucosa during short-term opioid action. After six weeks of opioid exposure, morphometrically revealed a sharp change in the vector of dynamics, which was manifested by statistically significant changes in the values of the components of the gums compared with similar indicators of intact animals, indicating the development of inflammatory-dystrophic changes in periodontal tissues.

Citation: Fik V. B., Pal'tov Ye. V. (2020) Morphometric Characteristics of Gingival Components at Different Terms of Experimental Opioid Influence. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7163

Copyright: © 2020 **Fik V. B., Pal'tov Ye. V.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

An important factor in the development of diseases of the human body is drug abuse, which leads to complete disability, mental health disorders and high mortality [2, 9, 13]. Among the various types of drug addiction, opium addiction is considered the most malignant. The opioid epidemic has grown rapidly and became one of the most serious medical and social problems of our time [5, 6, 12]. In opioid-dependent individuals, significant changes are observed in the tissues and organs of the oral cavity, in which the prevalence of periodontitis is ten times higher than in those who do not use narcotic substances [1, 11]. At the same time, insufficient attention is paid to the study of inflammatory processes in the oral cavity and parodontium in drug addicted individuals, and also the mechanism of exposure of new narcotic substances has not been studied well [3, 14]. It should be noted that an important role in the pathomorphogenesis of periodontitis is played by the epithelium condition of the mucous membrane of the gums and vascular disorders, which are one of the primary

reasons of the inflammatory-dystrophic changes in the tissues and organs of the oral cavity [4, 7, 8]. However, in the medical literature there is no data on the development and peculiarities of the course of the pathological process in the mucous membrane and in the hemomicrocirculatory bed of the gingiva in the dynamics at different terms of the opioid analgesic.

The aim of the study the dynamics of changes in morphometric parameters in the thickness of the epithelium of the gums, the height of the connective tissue papillae and the diameter of the lumen of arterioles, capillaries and venules in dynamics in two, four and six weeks of action of the opioid analgesic in the experiment.

Materials and methods.

Studies were performed on 46 outbred white male rats, 4.5 – 6.0 months old. Group I - intact animals (10), group II – animals were administered daily opioid analgesic nalbuphine at increasing average therapeutic doses every 14 days, calculated for rats ranging from 0.212 mg/kg to 0,252 mg/kg for six weeks. Accordingly, rats were removed from the experiment after in two, four and six weeks. The containment and handling of the animals was carried out in accordance with the recommendations of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes". For histological and morphometric studies, semi-thin sections (5-7 μm) from the amputated upper and exarticular lower jaws of rats were used. Histological preparations were made according to the conventional method, preliminary decalcification of the hard tissues of the dental organ, using dyes hematoxylin and eosin, as well as azan by the method of Heidenhain. Morphometric examination and micrographs were performed using a MICROMed XS-4130 microscope. Further measurements were performed using ImageJ v.1.51 [10]. It was determined the average values of the thickness of the epithelium of the free gingival margin and of the gingival sulcus, the height of connective tissue papillae, as well as the diameter of the lumen of the components of the hemomicrocirculatory bed (HMCB) - arterioles, capillaries and venules of the superficial vascular bed of the mucous membrane of the gums. ANOVA analysis of variance with Tukey's test for post-hoc was used to determine the significance of the difference between three or more groups of animals. The difference was considered significant at a value of $p < 0.05$. All statistical calculations were performed using RStudio v software. 1.1.442 and R Commander v.2.4-4.

Results and discussion.

Morphometric indicators after two weeks of opioid action were characterized by different dynamics (Fig. 1). The thickness of the epithelium of the free gingival margin increased to an average of $157,67 \pm 20,97 \mu\text{m}$ (the difference is statistically significant when compared with the indicator of the intact group, $p = 0,003$), as did the index of the thickness of the sulcular epithelium – $74,43 \pm 12,44 \mu\text{m}$, although this increase was not statistically confirmed compared to the intact group ($p = 0,51$). And the papillae height decreased to $56,20 \pm 4,67 \mu\text{m}$ (significant difference, $p = 0,012$).

The diameter indicators of the hemomicrocirculatory bed components in this term also had different dynamics. Thus, the diameter of the arterioles decreased to $9,71 \pm 1,05 \mu\text{m}$. And capillaries and venules increased in diameter compared to intact group indicators to averages of $5,65 \pm 0,68 \mu\text{m}$ and $18,27 \pm 2,65 \mu\text{m}$, respectively. All indicators had statistical significance of changes compared to the corresponding values of indicators of the intact group ($p < 0,0001$) (Fig. 2).

Thus, after two weeks of the experiment it was morphometrically found that the mean values of the components of the gingival mucosa were statistically different from those of animals of the intact group, except for an insignificant increase in the thickness of the epithelium of the gingival sulcus. and venules), which was due to the action of opioid analgesics in the early stages.

Morphometric indices after four weeks maintained the dynamics of the previous period. Thus, the values of the thickness of the epithelium of the free gingival margin and the sulcular epithelium reached the maximum of $165,74 \pm 27,52$ and $79,98 \pm 13,02 \mu\text{m}$, respectively. This increase was confirmed statistically when compared with the intact group ($p < 0,001$), and the sulcular epithelium – when compared with the previous term ($p = 0,013$). The papillae height also repeated the dynamics of the previous term and decreased sharply ($47,48 \pm 4,88 \mu\text{m}$). Such a sharp decrease in this indicator was statistically significant both when compared with the value of the intact group ($p < 0,001$), a decrease of the average value on $11,87 \mu\text{m}$) and when compared with the previous term ($p < 0,001$, a decrease of the average value on $8,72 \mu\text{m}$) (Fig. 1).

The indicators of the lumen diameter of the hemomicrocirculatory bed components in this subgroup did not have pronounced dynamics compared with the previous term, however, they had

differences compared to the intact group. In particular, the diameter of the arterioles came close to the meaning of the intact group and was $10,42 \pm 1,41 \mu\text{m}$, remaining significantly smaller than the intact animal index ($p < 0,0001$). And the diameters of capillaries and venules remained at the level of indicators of the previous term and were $5,76 \pm 0,76 \mu\text{m}$ and $18,90 \pm 2,73 \mu\text{m}$, respectively, however, also had a statistical significance of changes compared with the corresponding values of indicators of the intact group, $p < 0,0001$ (Fig. 2).

Thus, after four weeks of opioid analgesic, differences in morphometric parameters of the gums were found, which were reflected in a significant increase in the average values of epithelial plate thickness, a significant decrease in connective tissue papillae, and a statistically confirmed decrease in the diameter of the lumen and arterioles. due to the action of nalbuphine in the subacute period of opioid exposure.

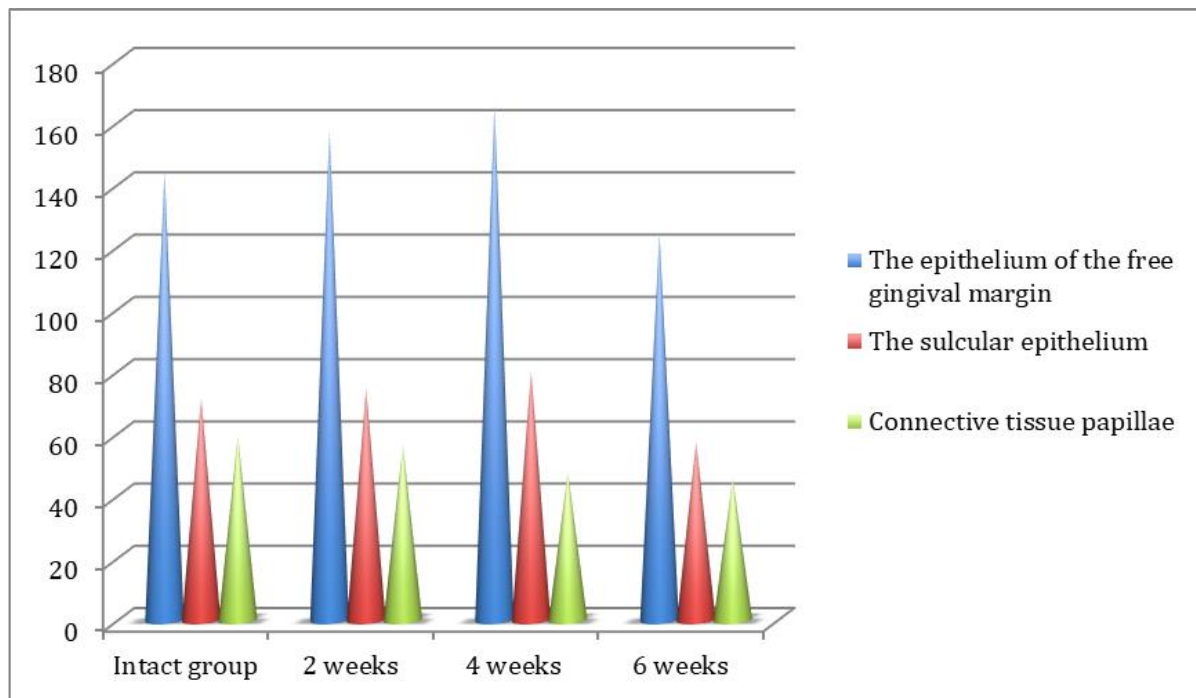


Fig. 1. Dynamics of morphometric indices of the thickness of the epithelium of the gingival and the height of the connective tissue papillae of rats during the six weeks of opioid action.

Most morphometric indicators after six weeks of opioid exposure were characterized by a sharp change in the dynamics vector (Fig. 1). The average thickness of the epithelium of the free gingival margin decreased compared to the previous term – $124,70 \pm 27,02 \mu\text{m}$. Such dynamics are statistically significant when compared with the intact group and the previous study period ($p < 0,001$). A similar trend was observed with the indicator of the thickness of the sulcular epithelium - a sharp decrease on $22,74 \mu\text{m}$ compared with the previous term till $57,24 \pm 12,79 \mu\text{m}$, which was confirmed statistically when compared with intact animals ($p < 0,001$), and with a previous term ($p < 0,001$). But the average value of the connective tissue papillae height retained the previous tendency to decrease - its index in this term decreased on $1,82 \mu\text{m}$ and was $45,66 \pm 7,83 \mu\text{m}$ (the difference compared to intact animals is statistically significant, $p < 0,001$).

The diameters of the hemomicrocirculatory bed components during this term had small dynamics. The diameter of the arterioles increased on $2,88 \mu\text{m}$ compared to the indicator of the previous term and was $13,30 \pm 2,36 \mu\text{m}$, this increase was statistically significant both in comparison with the indicator of the intact group ($p < 0,0001$) and when compared with indicator of the previous term ($p < 0,0001$). The capillary diameter also increased slightly to $6,13 \pm 0,80 \mu\text{m}$, this increase was statistically significant both in comparison with the intact animal index ($p < 0,0001$) and when compared with the previous term indicator ($p < 0,0001$). Venules diameters remained almost at the level of the previous term, their average value was $19,11 \pm 2,71 \mu\text{m}$, however, had statistical significance of changes compared with the corresponding indicators of the intact group, $p < 0,0001$ (Fig. 2).

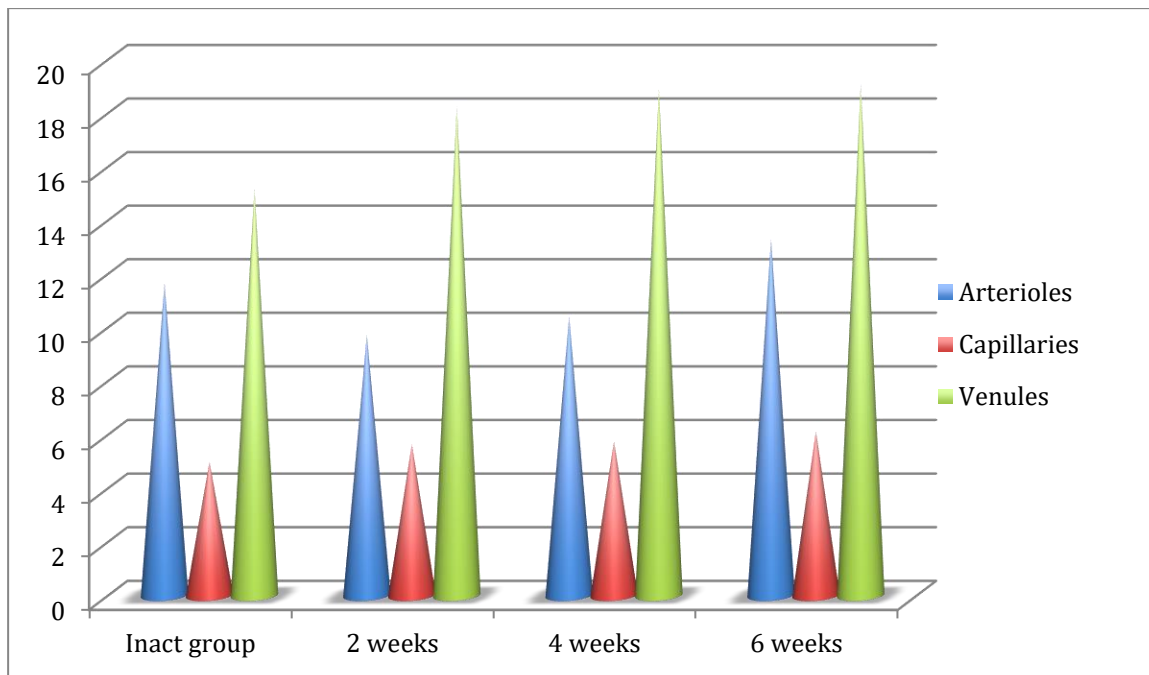


Fig. 2. Dynamics of morphometric indices of the lumen diameter of the rats gingival hemomicrovessels during six weeks of opioid action.

Thus, at the end of the sixth week of opioid exposure, a significant decrease in the average values of the thickness of the gum epithelium, a statistically significant decrease in papillary height and a significant increase in the diameter of the lumen of hemomicrovascular compared with similar indicators of intact animals.

Conclusions.

1. Morphometrically, it was found that after two weeks of opioid action, the difference in the components of the periodontium was statistically significant compared with similar values of intact animals, indicating reactive changes in the gingival mucosa due to imbalance between the links of the preparation.

2. Opioid administration for four weeks resulted in metric changes in the components of the gums of animals, which showed statistically significant differences from the corresponding indicators of the intact group of animals, due to the progression of reactive changes and the development of acute inflammation in periodontal tissues.

3. After six weeks of opioid action, morphometrically, a sharp change in the vector of dynamics was observed, which was manifested by statistically significant changes in the values of gum components compared to similar indicators of intact animals, indicating a rapidly progressing course and transition to inflammatory-dystrophic process.

REFERENCES

1. Токмакова С.И. Особенности стоматологического статуса больных опийной наркоманией // С.И. Токмакова, Ю.В. Луницына // Дальневосточный медицинский журнал. 2014; 1: 130-135.
2. Рудавка С.І. Соціально-економічні проблеми наркоманії в Україні та її вплив на здоров'я людини / С.І. Рудавка // Вісник Вінницького національного медичного університету. 2018; 4(22): 752-759.
3. Федун І.Р. Структура та клінічна оцінка захворювань тканин пародонту у наркозалежних пацієнтів / І.Р. Федун, В.М. Зубачик // Світ медицини та біології. 2018; 3(65):124-128.
4. Холодняк О.В. Індексна оцінка гігієни порожнини рота і стану пародонта та характеру периферійного кровообігу при локалізованому ураженні тканин пародонтального комплексу в осіб молодого віку / О.В. Холодняк // Актуальні проблеми сучасної медицини. 2015; Т.15, 3(2): 63-66.
5. Brat G.A. Postsurgical prescriptions for opioid naive patients and association with overdose and misuse: retrospective cohort study / G. A. Brat, D. Agniel, A. Beam, B. Yorkgitis, M. Bicket, M. Homer, K. P. Fox, D. B. Knecht, C. N. McMahon-Walraven, N. Palmer, I. Kohane // BMJ. 2018; 360:j5790
6. Evans C.J. Neurobiology of opioid dependence in creating addiction vulnerability / C.J. Evans, C.M. Cahill // F1000Res. 2016;5. doi: 10.12688/f1000research.8369.1.

7. Fik V. Mikrostrukturální organizace tkání ozubice při desetidenním účinku opioidního analgetika / V. Fik // *Eniopsychologie*. 2019; 23: 3-5.
8. Jansson H. Impact of periodontal disease experience on oral health-related quality of life / H. Jansson, A. Wahlin, V. Johansson, S. Akerman, N. Lundegren, P.E. Isberg // *Journal of Periodontology*. 2014; 85(3), 438–445.
9. Plein, L. M. Opioids and the immune system—friend or foe / L.M. Plein, H. L. Rittner. // *Br. J. Pharmacol.* 2018; 175 (14): 2717-25.
10. Schneider C.A. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. / C.A. Schneider, W.S. Rasband, K.W. Eliceiri // *Nat Methods*. 2012; 9(7): 671–675.
11. Schroeder A.R. Association of Opioid Prescriptions from Dental Clinicians for US Adolescents and Young Adults with Subsequent Opioid Use and Abuse / A.R. Schroeder, M. Dehghan, T.B. Newman, J.P. Bentley, K.T. Park // *JAMA Intern Med*. 2019; 179(2): 145-152.
12. Taqi M.M. OPRM1 A118G Polymorphisms and Its Role in Opioid Addiction: Implication on Severity and Treatment Approaches / M.M. Taqi, M. Faisal, H. Zaman // *Pharmgenomics Pers Med*. 2019; 12: 361–368.
13. Turner B.J. Drug Overdose in a retrospective cohort with non-cancer pain treated with opioids, antidepressants, and/or sedative-hypnotics: interactions with mental health disorders / B.J. Turner, Y. Liang // *J Gen Intern Med* 2015;30:1081–1096
14. Ye T. The effect of methamphetamine abuse on dental caries and periodontal diseases in a Eastern China city / T. Ye, D. Sun, G. Dong, G. Xu, L. Wang, J. Du // *BMC Oral Health*. 2018; 18 (8): 1-6.

МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ БОЛЬОВИХ РОЗЛАДІВ КРИЖОВО-КЛУБОВОГО СУГЛОБУ

Сергій Франк,

Ортопед-травматолог, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0053-6898>

Михайло Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5145-9290>

Георгій Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2377-1337>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7165

ARTICLE INFO

Received: 14 July 2020

Accepted: 15 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

sacroiliac joint, manual therapy, shock-wave therapy.

ABSTRACT

Pain in sacroiliac joint structures and their dysfunction constitutes a large portion of lumbosacral spine pathologies. Their symptoms are diverse as they are associated with inflammatory processes in the joints themselves, as well as the instability of the joints and their supporting ligaments. All components of these structures can be a source of pain, so it is quite difficult to diagnose and treat this disease. Treatment of sacroiliac joint pathologies needs to be multifaceted. This study proves that manual therapy combined with shock wave therapy can successfully aid patients with treatment-resistant pain syndromes and dysfunction of sacroiliac joints who haven't been able to achieve their desired results through conventional conservative and surgical treatment.

Citation: Sergii Frank, Michael Frank, George Frank. (2020) Manual Therapy for Treating Sacroiliac Joint Pain Disorders. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7165

Copyright: © 2020 **Sergii Frank, Michael Frank, George Frank.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Болі та дисфункції крижово-клубового суглоба доволі часто зустрічаються серед патологій попереково-крижового відділу хребта. Біль крижово-клубового суглоба (ME82 ICD-11, версія 04/2019) – це біль, що виникає в його структурах. При дисфункції ж крижово-клубового суглоба (ME85, FB10, NB53.2, NB53.6 ICD-11, версія 04/2019) має місце неправильне положення його структур чи відхилення в їх рухові, внаслідок чого може виникати або не виникати біль [25].

Крижово-клубовий суглоб (ККС) з'єднує в тазу нижній відділ хребта з обома тазовими кістками в тазове кільце. Це парний суглоб. Він не лише найменш відомий в людському організмі, але й має найменший діапазон руху: кут повороту складає менше 4° і зміщення до 1,6 мм [25, 35, 36]. Основна функція суглобу – опірна, він підтримує верхню частину тулуба і зменшує навантаження при ходінні. ККС укріплений передньою і задньою крижово-клубовими, крижово-остистою, крижово-бугорною і міжкостисною зв'язками, які в сумісній дії обмежують рух таза навколо різних осей крижа і рух в суглобі при ході. Суглоб діє в комплексі з грудопоперековою фасцією, великим сідничним, грушевидним м'язами і найширшим м'язом спини [1, 6]. Тому правомірніше говорити про крижово-клубовий комплекс у складі власне ККС і підтримуючих його зв'язок, при цьому кожен із компонентів комплексу може бути

джерелом болю [1, 23]. Отже, біль в крижово-клубовому суглобові може викликати або запальний процес в самому суглобові [25] або нестабільність суглоба через слабкість зв'язок чи розрив капсули суглоба [25].

В медичній спільноті довго точилися дискусії щодо частки крижово-клубового больового синдрому в загальному числі випадків болю в попереково-крижовому відділі хребта (ПКВХ) [10, 25, 38], на сьогодні ж загальноновизнано, що у пацієнтів із стійкими болями в попереку 13% становлять саме крижово-клубові [25, 27]. За даними ж інших джерел крижово-клубові болі складають 10-30% але вже від усіх больових синдромів хребта в цілому [1, 8, 24].

Скарги пов'язані з патологіями крижово-клубових суглобів доволі різноманітні: це і болі в нижній частині попереково-крижового відділу хребта односторонні, чи двосторонні, з іррадіацією в одну чи дві нижні кінцівки або без неї. Хронічні болі в попереку локалізуються переважно в бокових частинах таза, в паху, нижній частині живота, віддають в сідниці, коліна, створюють відчуття «повзання мурашок по тілу». Різноманітність скарг залежить від джерела походження болю, а в крижово-клубовому комплексі це не лише суглоб. Зважаючи на неоднозначність типових скарг, вичленити крижово-клубові болі серед всіх больових синдромів попереково-крижового відділу хребта непрофільному лікарю буває складно, до того ж «тести на дисфункцію ККС мають низьку надійність, еталонний стандарт для дисфункції ККС не доступний, тому достовірність тестів на цей розлад не відома» [25]. Зазвичай в медичній практиці діагностичними методами дослідження патологій крижово-клубових суглобів служать провокаційні клінічні тести і/або діагностичні блокади з локальним анестетиком, які проводяться під рентгенологічним контролем [41]. В Україні найчастіше використовують п'ять провокаційних тестів: компресійний, дистракційний, пружності стегна, Ганслена і Патріка [41]. Три і більше позитивних відповідей мають високу чутливість (85%) і специфічність (79%) та дозволяють говорити про наявність саме болю ККС [25, 41].

Ортопеду-травматологу мануальному терапевту діагностувати болі і дисфункції крижово-клубового суглоба значно простіше, бо в процесі мобілізації й маніпуляції на цьому суглобові визначається наявність його блокування і зміщення.

Серед визнаних методів лікування больових синдромів в крижово-клубових суглобах використовується:

- Внутрішньосуглобові анестезуючі ін'єкції [25]
- Мануальна терапія (особливо показана при наявності гіпомобільності суглобів) [4, 13, 19, 25]
- Хіропрактика [20, 25]
- Остеопатія [25, 32]
- Кінезіологія [9, 18, 25]
- Конкретні стабілізуючі вправи при болях в тазовому поясі (особливо після вагітності) [25, 33, 34]
- Голкорексфлексотерапія [11, 25]
- Вправи для діагональних м'язів тулубу [25, 29]
- Ін'єкції кортикостероїдів [25, 28, 30, 31]
- Ін'єкції фенолу [25, 39]
- Радіочастотна нейротомія [3, 5, 12, 25, 37, 40]
- Пролотерапія [7, 21, 25]
- Хірургічна санація [22, 25]
- Хірургічна іммобілізація (артродез) суглоба [2, 25]

На сьогодні не існує досліджень, які б вивчали порівняльну ефективність та терапевтичну цінність різних методів лікування больового синдрому крижово-клубового суглоба [25]. Хоча деякі експерти вважають, що найбільшого успіху в боротьбі з цією патологією можна досягти специфічними тренуваннями стабілізації попереково-крижового відділу хребта та ін'єкціями кортикостероїдів у ККС [25]. Практикуючі лікарі повинні знати, що внутрішньосуглобовий біль при ураженні крижово-клубового суглоба не є однорідною підгрупою популяції болю в попереку. Деякі пацієнти з болем в цьому суглобі краще піддаються лікуванню фізичними вправами, деякі – внутрішньосуглобовими кортикостероїдними препаратами або ін'єкціями фенолу, а деякі іншими методами лікування,

зокрема такими як мануальна терапія чи пролотерапія. Декому може знадобитися хірургічне втручання [25]. І якщо один з використаних методів виявився не достатньо ефективним, варто спробувати інший.

В МЦ «Український травмоцентр» лікування хворих з болями крижово-клубового суглоба здійснюється методом мануальної терапії.

Мета даного дослідження – вивчити результати впливу мануальної терапії на стійкі болі крижово-клубового суглоба.

Матеріали і методи. Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр» загалом 65 пацієнтів із болями в крижово-клубових суглобах у період з березня 2018 р. по травень 2020 р., усі вони мали також різні патології попереково-крижового відділу хребта. Контрольна група складала 66 осіб, які страждали на різні патології ПКВХ і не мали уражень крижово-клубового суглоба.

Обстеження хворих у МЦ «Український Травмоцентр» передбачало проведення огляду ортопедом-травматологом мануальним терапевтом, а також, при необхідності, для уточнення локалізації патології, виконання рентгену, КТ, МРТ цільових ділянок хребта. Мануальна діагностика включала ручну діагностику рухомості і «суглобової гри» дуговідросткових (фасеткових) суглобів за допомогою пасивних рухів і зміщень в різних площинах вісей руху хребта, спеціальні прийоми досліджень функціонального стану м'язової сфери і рухового стереотипу з метою визначення ділянок функціональної блокади рухових сегментів хребта [16, 17]. Вимірювання інтенсивності болю здійснювалося методом оцінки больових відчуттів за допомогою візуальної аналогової шкали (ВАШ). Позитивним результатом лікування вважалося зниження больового синдрому на 80% і більше.

Лікування здійснювалося за авторською методикою С. Франка [14, 15], в основу якої покладені кращі досягнення європейської школи мануальної терапії К. Левіта [26], розвинені й доповнені власними напрацюваннями автора і досягненнями українських колег. Європейська школа мануальної терапії К. Левіта бачить передумови для мануального лікування в порушенні функції рухової системи. Найбільш адекватний метод лікування зворотних функціональних обмежень руху – це маніпуляції [26, с. 20]. Мета маніпуляційного лікування полягає у відновленні функції суглоба в тих місцях, де вона загальмована (блокована) [26, с. 23]. Об'єктом маніпуляції є функціональні порушення, в основному блокування в суглобах. Під блокуванням розуміють обмеження руху в руховому сегменті [26, с. 20]. Авторська методика С. Франка захищена науковими публікаціями в європейській науковій медичній періодиці [14-17]. Суть методу полягає в застосуванні прийомів мануальної терапії (мобілізації, маніпуляції, тракції, форсованої флексії, пасивних вправ) в поєднанні, за потреби, з ударно-хвильовою терапією (УХТ). Використання цих двох компонентів у одній методиці дозволяє здобути синергетичний ефект [14-17].

Вказана методика після зібраного анамнезу передбачає:

- Уточнення пальпацією і, за потреби, датчиком УХТ локалізації блокованих сегментів і тригерних точок.

- Використання УХТ, за потреби, для зниження больової чутливості в цільових зонах, покращення трофічної функції нерва, посилення кровообігу на ділянці блокованого сегмента по ходу нерва, який турбує, в м'яких тканинах, у виростках кісток, суглобах і місцях, де нерв входить у вузькі канали (при цьому рівень енергії має утримуватися в максимальних комфортних для пацієнта межах).

- Застосування прийомів мануальної терапії на ділянках хребта в наступній послідовності: поступове зменшення зміщення й ротації окремих хребців дуги викривлення та торсії сегментів цієї дуги в зоні їх рухливості.

- Періодичне повторення вказаних процедур до отримання позитивного клінічного результату [14-17].

Даний метод успішно практикується протягом останніх п'ятнадцяти років для лікування також і неінфекційних больових розладів крижово-клубових суглобів.

Результати та їх обговорення.

У період із березня 2016 по травень 2020 року дослідницька група із 65 пацієнтів із патологіями крижово-клубових суглобів, які включали суглобні болі через запальні процеси в самому суглобові або болі пов'язані з дисфункцією суглоба проходила лікування методами

мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр». До групи входили 33 жінок (50,8%) віком від 18 до 76 років (середній вік 54,6 років) і 32 чоловіків (49,2%) віком від 20 до 78 років (середній вік 61,5 років). 35 (18 чоловіків і 17 жінок) пацієнтів (53,8%) мали встановлений іншими лікувальними закладами діагноз і негативний досвід лікування не мануальними методами патологій крижово-клубових суглобів протягом 6 місяців – 5 років. 30-ти (14 чоловіків і 16 жінок) хворим (46,2%) відповідний діагноз встановлений і первинне лікування призначене в МЦ «Український Травмоцентр».

Контрольна група складала 66 осіб, з них 32 чоловіків (48,5%) і 34 жінок (51,5%). Вік пацієнтів: чоловіків – від 20 до 71 року, середній вік – 59 років; жінок – від 18 до 78 років, середній вік – 54 роки.

За період лікування пацієнти як дослідницької, так і контрольної груп пройшли один курс мануальної терапії від двох до десяти сеансів тривалістю від одного тижня до одного місяця. Метою мануального впливу було досягнення відсутності больового синдрому чи зниження його хоча б на 80%. У дослідницькій групі вказаний результат вдалося отримати у 59 випадків з 65, що становить 90,8%. Із них у 30 жінок (91%) і 29 чоловіків (90,6%). Якщо оцінити статистику серед осіб, для яких лікування було первинним і тих, хто вже лікувався від даної патології в інших медичних закладах не мануальними методами, то: позбавлення від болю на 80% і більше досягли 28 з 30 пацієнтів (93,3%), серед них 13 з 14 чоловіків (92,9%) і 15 з 16 жінок (93,8%) з числа первинних хворих. Серед осіб, які вже лікувалися іншими методами, бажаного результату досягли 31 з 35 пацієнтів (88,7%), серед них 16 з 18 чоловіків (88,9%) і 15 з 17 жінок (88,3%).

При цьому в контрольній групі повністю позбавитися больового синдрому чи знизити його інтенсивність на 80% за один лікувальний курс змогли 56 з 66 пацієнтів (84,8%), серед них 28 з 32 чоловіків (87,5%) та 28 з 34 жінок (82,4%).

З наведеної статистики можна зробити наступні висновки:

- Больові синдроми та дисфункції крижово-клубових суглобів успішно піддається мануальному лікуванню в осіб різного віку і статі
- Мануальні методи здатні подолати тяжковиліковні форми патологій крижово-клубових суглобів з негативним досвідом лікування іншими методами
- Мануальне лікування патологій крижово-клубових суглобів короточасніше порівняно з іншими методами лікування
- Мануальна терапія здатна повністю подолати або знизити хоча б на 80% больові синдроми та дисфункції крижово-клубових суглобів
- Процес мануального лікування патологій крижово-клубових суглобів короточасніший та менш трудомікий, ніж аналогічний процес лікування патологій попереково-крижового відділу хребта (ПКВХ)

Отже, проведене дослідження підтвердило доцільність консервативного лікування методами мануальної терапії больових синдромів та дисфункції крижово-клубових суглобів. В порівнянні з іншими методами лікування застосування мануальної терапії для цієї мети має ряд суттєвих переваг: це і відсутність побічної дії, безпечність, простота у використанні, достатньо швидко досягнення результату, неінвазивність, економічність, ефективність.

Таким чином, метод мануальної терапії в поєднанні з ударно-хвильовою терапією дозволяє надавати допомогу хворим зі стійкими до лікування проявами больових синдромів та дисфункції крижово-клубових суглобів, які не отримали бажаного результату при використанні традиційних методів лікування.

Клінічний випадок №1

Пацієнт Б., чоловік, 44 роки, спортивний тренер. Вперше звернулася в МЦ «Український Травмоцентр» у жовтні 2018 р.

DS: Спондиліоз попереково-крижового відділу хребта, дисфункція крижово-клубового суглоба.

Скарги: Біль в нижній частині попереково-крижового відділу хребта в районі крижа, віддає в пах і праве стегно. Інтенсивність болю зростає після статичних навантажень, зменшується при русі. Біль провокується при нахиланні вперед, при повороті тазу, спробі піднятися з м'якого низького крісла чи повернутися в постелі.

Анамнез захворювання: Болі в нижній частині спини виникли в результаті травми отриманої в ДТП в червні 2018 р. Протягом місяця після травми болі не слабшали, а підсилювалися, пацієнт звернувся в лікувальний заклад і після обстеження та постановки діагнозу пройшов курс медикаментозного лікування з незначним полегшенням.

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом виявлені гіперлордоз ПКВХ, функціональні блоки в рухомих сегментах L4- L5, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта та функціональний блок в правому крижово-клубовому суглобі. Діагноз спондиліоз попереково-крижового відділу хребта був встановлений і підтверджений рентгенівським і МРТ дослідженнями до травми і больового синдрому не викликав, тому біль можна пов'язати з дисфункцією крижово-клубового суглоба. Інтенсивність болю в зоні Fortin, паху, стегні становить 8 одиниць за шкалою ВАШ.

Лікування: У жовтні-листопаді 2018 р. було проведено 4 сеанси мануальної корекції функціональних блоків в рухомих сегментах L4- L5, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта та функціонального блоку в правому крижово-клубовому суглобі. В ході їх виконання поступово вдалося зняти блокування суглобів в рухомих сегментах L4- L5, L5-S1 та в правому крижово-клубовому суглобі. Інтенсивність больового синдрому при цьому знизилася до рівня 1 одиниці за шкалою ВАШ. Через довготривале відрядження пацієнт припинив лікування, досягти повного позбавлення болю не вдалося. Контрольне опитування через рік в листопаді 2019 р. засвідчило наявність періодичного больового синдрому (3-5 днів у місяць) і лише в зоні Fortin з інтенсивністю 1 одиниці за шкалою ВАШ. Отже, цей клінічний випадок можна вважати успішним.

Клінічний випадок №2

Пацієнтка К., жінка, 23 роки, молода мама. Вперше звернулася в МЦ «Український Травмоцентр» у червні 2019 р.

DS: Компенсаторний гіперлордоз, больовий синдром крижово-клубових суглобів.

Скарги: Болі в попереку, в області крижово-клубових суглобів, сідниць і стоп.

Анамнез захворювання: Болі в попереку вперше з'явилися у червні 2018 р. на 9-му тижні вагітності, протягом всієї вагітності болі поступово наростали, охоплювали все більші ділянки нижньої частини спини, розповсюджувались на сідниці та стопи ніг. Після травматичних пологів болі не припинилися і змусили звернутися до лікувального закладу, де був встановлений діагноз больовий синдром крижово-клубових суглобів. Оскільки немовля знаходиться на природному вигодовуванні грудним молоком, то було рекомендовано лікувати синдром крижово-клубових суглобів методом мануальної терапії, аби не зашкодити здоров'ю малюка медикаментозними засобами. Тому пацієнтка звернулася в МЦ «Український Травмоцентр».

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом виявлені підвищений лордоз, функціональний блок в рухомих сегментах L4-L5 попереково-крижового відділу хребта, функціональний блок обох крижово-клубових суглобів. Інтенсивність болю, локалізованого в попереку, зоні Fortin, сідницях складала 6-7 за шкалою ВАШ, в стопах ніг – 4.

Лікування: З інтервалом в три дні було проведено два сеанси мануальної корекції функціональних блоків в рухомих сегментах L4-L5 попереково-крижового відділу хребта і обох крижово-клубових суглобів. Після першого сеансу всі больові відчуття знизились до інтенсивності 2 за шкалою ВАШ, другим сеансом мануальної корекції всі болі повністю були зняті. Контрольне опитування пацієнтки через рік в червні 2020 р. засвідчило відсутність больового синдрому крижово-клубових суглобів.

Клінічний випадок №3

Пацієнтка Н., жінка, 69 років, працюючий пенсіонер. Постійний пацієнт МЦ «Український Травмоцентр» з квітня 2016 р. зважаючи на множинність патологій хребта. Конкретне звернення в лютому 2020 р. було пов'язано з болями у правому колінному суглобі.

DS: Дисфункція крижово-клубового суглоба, люмбагіалгія.

Скарги: Наростаючі ниючі болі в попереку, локалізуються здебільшого справа. Постійні болі в правому колінному суглобі, особливо в положенні лежачи на спині, неможливість зафіксувати безболісне положення ноги. Невпевненість ходи, накульгування на праву ногу, постійне напруження всього тіла при ходінні.

Анамнез захворювання: Болі в попереку і колінному суглобі виникли практично одночасно на початку лютого 2020 р., появу їх пацієнтка пов'язує з незначним фізичним

перевантаженням на роботі, а також з переохолодженням. За два тижні інтенсивність болювого синдрому склала в попереку 3, а в правому колінному суглобі – 7 по шкалі ВАШ і хвора була змушена звернутися в МЦ «Український Травмоцентр».

Клінічні дані: Кістково-суглобова система зокрема попереково-крижового відділу хребта пацієнтки має численні дегенеративно-дистрофічні зміни підтверджені МРТ: люмбоішіалгію та спондилоз, ускладнені протрузіями міжхребцевих дисків L1- L2, L2- L3, L3- L4, L4-L5, L5-S1; гемангіому тіла хребця L1, периневральну кісту крижового каналу, зміни в проекції тіл хребців в сегменті L4-L5 за рахунок жирової трансформації червоного кісткового мозку внаслідок ішемії по типу Modic II. При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом виявлені: перекіс таза, функціональні блоки в рухомих сегментах L1-L2, L4-L5, L5-S1 попереково-крижового відділу хребта, спостерігається ущільнення поперекового лордозу, рухливість хребта в передньо-задньому напрямках обмежена.

Лікування: До призначення рентгенографії колінного суглоба, зважаючи на перекіс таза та множинність аномалій в попереково-крижовому відділі хребта, які можуть бути причиною болювого синдрому в колінному суглобі, стратегія лікування була наступною:

- мануальна корекція колінного суглоба
- мануальне усунення перекосу таза
- кількома сеансами мануальної терапії зняття функціональних блоків в рухомих сегментах L1-L2, L4-L5, L5-S1.

Після проведення протягом двох тижнів вказаних процедур інтенсивність болювого синдрому в правому колінному суглобі знизилася з 7 до 5 по шкалі ВАШ, а інтенсивність болю в попереку залишилася незмінною – 3 по шкалі ВАШ. Проведена рентгенографія правого колінного суглоба явних кістково-травматичних і деструктивних змін в суглобі не виявила. Виконані лікувальні процедури і зняття функціональних блоків в рухомих сегментах хребта дозволили пацієнтці уточнити локалізацію болів в попереково-крижовому відділі хребта – біль зосередився нижче задньої верхньої клубової ості в зоні Fortin [41, 42], що дало підстави пов'язати його з можливою дисфункцією крижово-клубового суглобу. Проведені мобілізація й маніпуляція в області обох крижово-клубових суглобів підтвердили їх заблокованість, а зняття цих блоків першим же сеансом мануальної корекції дозволило зразу ж після сеансу значно покращити рухливість хребта в передньо-задньому напрямках, відчутти послаблення болів в попереку і коліні. Через три дні було виконано повторну мануальну корекцію обох крижово-клубових суглобів, якою вдалося досягти повного зняття болів як у хребті, так і в коліні. Контрольне опитування пацієнтки через 6 місяців в серпні 2020 р. засвідчило відсутність болів спричинених дисфункцією крижово-клубових суглобів.

Даний клінічний випадок свідчить, що у хворих з множинними патологіями кістково-хребетної системи певні болюві синдроми, локалізовані в окремих суглобах, можуть бути спровокованими деструктивними процесами, які мають місце в одному або декількох суглобах чи органах, і далеко не завжди саме в тих, де відчувається біль.

Висновки. Даним дослідженням доведено, що методами мануальної терапії в поєднанні з ударно-хвильовою терапією можна успішно боротися з болювими синдромами та дисфункцією крижово-клубових суглобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Исайкин А.И. Иванова М.А., Кавелина А.В., Черненко О.А., Яхно Н.Н. (2016) Синдром крестцово-подвздошного сочленения. РМЖ: 24, 1583-1588
2. Buchowski JM, Kebaish KM, Sinkov V, Cohen DB, Sieber AN, Kostuik JP. (2005) Functional and radiographic outcome of sacroiliac arthrodesis for the disorders of the sacroiliac joint. Spine J.; 5:520-528. [PubMed] [Google Scholar]
3. Burnham RS, Yasui Y. (2007) An alternate method of radiofrequency neurotomy of the sacroiliac joint: A pilot study of the effect on pain, function, and satisfaction. Reg Anesth Pain Med.; 32:12–19. [PubMed] [Google Scholar]
4. Childs JD, Fritz JM, Flynn TW, et al. (2004) A clinical prediction rule to identify patients with low back pain most likely to benefit from spinal manipulation: A validation study. Ann Intern Med.; 141:920-928. [PubMed] [Google Scholar]
5. Cohen SP, Abdi S. (2003) Lateral branch blocks as a treatment for sacroiliac joint pain: A pilot study. Reg Anesth Pain Med.; 28:113-119. [PubMed] [Google Scholar]

6. Cohen S, Chen Y, Neufeld N. (2013) Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment. // *Expert Review of Neurotherapeutics*. Vol. 13(1). 99-116. doi:10.1586/ern.12.148.
7. Dagenais S, Haldeman S, Wooley JR. (2005) Intraligamentous injection of sclerosing solutions (prolotherapy) for spinal pain: A critical review of the literature. *Spine J.*; 5:310-328. [PubMed] [Google Scholar]
8. DePalma M, Ketchum J, Saullo T. (2011) What Is the Source of Chronic Low Back Pain and Does Age Play a Role? // *Pain Med*. Vol. 12(2). 224-233. doi:10.1111/j.1526-4637.2010.01045.x.
9. DonTigny RL. (2007) A detailed and critical biomechanical analysis of the sacroiliac joints and relevant kinesiology. The implications for lumbopelvic function and dysfunction. In: Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R, editors. *Movement, Stability and Lumbopelvic Pain: Integration of Research and Therapy*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone. [Google Scholar]
10. DonTigny RL. (1990) Anterior dysfunction of the sacroiliac joint as a major factor in the etiology of idiopathic low back pain syndrome. *Phys Ther.*; 70:250-265. discussion 262-265. [PubMed] [Google Scholar]
11. Elden H, Ladfors L, Olsen MF, Ostgaard HC, Hagberg H. (2005) Effects of acupuncture and stabilising exercises as adjunct to standard treatment in pregnant women with pelvic girdle pain: Randomised single blind controlled trial. *BMJ.*; 330:761. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
12. Ferrante FM, King LF, Roche EA, et al. (2001) Radiofrequency sacroiliac joint denervation for sacroiliac syndrome. *Regl Anesth Pain Med.*; 26:137-142. [PubMed] [Google Scholar]
13. Flynn T, Fritz JM, Whitman J, et al. (2003) A clinical prediction rule for classifying patients with low back pain who demonstrate short-term improvement with spinal manipulation. *Spine.*; 27:2835-2843. [PubMed] [Google Scholar]
14. Frank Sergii (2019) Experience in treating long-term effects of concussions and PTSD using manual therapy combined with shock wave therapy. *World Science*. 4(44), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30042019/6470.
15. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2019) Manual Therapy as an Alternative Treatment for Panic Attacks. *World Science*. 8(48), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/31082019/6633.
16. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2019) Manual Therapy in Treating Primary Nocturnal Enuresis. *World Science*. 11(51), Vol.2. doi:10.31435/rsglobal_ws/30112019/6775.
17. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2020) Rehabilitation Treatment of Lumbarization-Related Pathologies Via Manual Therapy. *World Science*. 6(58), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062020/7113.
18. Gemmell HA, Jacobson BH. (1991) Incidence of sacroiliac joint dysfunction and low back pain in fit college students [published erratum appears in *J Manipulative Physiol Ther* Jun; 14(5): 333-334] [see comments] *J Manipulative Physiol Ther*. 1990; 13:63-67. [PubMed] [Google Scholar]
19. Greenman PE. (1989) *Principles of Manual Medicine*. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins. [Google Scholar]
20. Haldeman S. (1980) *Modern Developments in the Principle and Practice of Chiropractic*. New York: Appleton Century Crofts. [Google Scholar]
21. Hansen HC, Kenzie-Brown AM, Cohen SP, Swicegood JR, Colson JD, Manchikanti L. (2007) Sacroiliac joint interventions: A systematic review. *Pain Physician.*; 0:165-184. [PubMed] [Google Scholar]
22. Haufe SM, Mork AR. (2005) Sacroiliac joint debridement: A novel technique for the treatment of sacroiliac joint pain. *Photomed Laser Surg.*; 23:596-598. [PubMed] [Google Scholar]
23. King W, Ahmed S, Baisden J et al. (2015) Diagnosis and Treatment of Posterior Sacroiliac Complex Pain: A Systematic Review with Comprehensive Analysis of the Published Data. // *Pain Med*. Vol. 16(2). P. 257-265. doi:10.1111/pme.12630.
24. Laplante B, Ketchum J, Saullo TR DePalma M. (2012) Multivariable analysis of the relationship between pain referral patterns and the source of chronic low back pain. // *Pain Physician*. Vol. 15(2). P. 171-178.
25. Laslett Mark (2008) Evidence-Based Diagnosis and Treatment of the Painful Sacroiliac Joint. *J Man Manip Ther.*; 16(3): 142-152. doi: 10.1179/jmt.2008.16.3.142
26. Lewit K., Sachse J., Janda V. (1993) *Manual Medicine. – M.: Medicine*.
27. Maigne JY, Aivaliklis A, Pfefer F. (1996) Results of sacroiliac joint double block and value of sacroiliac pain provocation tests in 54 patients with low back pain. *Spine.*; 21:1889-1892. [PubMed] [Google Scholar]
28. Mougars Y, Mathis C, Berthelot JM, Charlier C, Prost A. (1996) Assessment of the efficacy of sacroiliac corticosteroid injections in spondylarthropathies: A double-blind study. *Br J Rheumatol.*; 35:767-770. [PubMed] [Google Scholar]
29. Mens JM, Snijders CJ, Stam HJ. (2000) Diagonal trunk muscle exercises in peripartum pelvic pain: A randomized clinical trial. *Phys Ther.*; 80:1164-1173. [PubMed] [Google Scholar]
30. Pereira PL, Gunaydin I, Trubenbach J, et al. (2000) Interventional MR imaging for injection of sacroiliac joints in patients with sacroiliitis. *AJR Am J Roentgenol.*; 175:265-266. [PubMed] [Google Scholar]

31. Slipman CW, Lipetz JS, Plastaras CT, et al. (2001) Fluoroscopically guided therapeutic sacroiliac joint injections for sacroiliac joint syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.*; 80:425-432. [PubMed] [Google Scholar]
32. Stoddard A. (1969) *Manual of Osteopathic Technique*. London, UK: Hutchinson Medical Publishing Ltd. [Google Scholar]
33. Stuge B, Laerum E, Kirkesola G, Vollestad N. (2004) The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: A randomized controlled trial. *Spine.*; 29:351-359. [PubMed] [Google Scholar]
34. Stuge B, Veierod MB, Laerum E, Vollestad N. (2004) *Spine*. Vol. 29. The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: A two-year follow-up of a randomized clinical trial; pp. E197-E203. [PubMed] [Google Scholar]
35. Stureson B, Selvik G, Uden A. (1989) Movements of the sacroiliac joints: A roentgen stereophotogrammetric analysis. *Spine.*; 14:162-165. [PubMed] [Google Scholar]
36. Stureson B, Uden A, Vleeming A. (2000) A radiostereometric analysis of the movements of the sacroiliac joints in the reciprocal straddle position. *Spine.*; 25:214-217. [PubMed] [Google Scholar]
37. Vallejo R, Benyamin RM, Kramer J, Stanton G, Joseph NJ. (2006) Pulsed radiofrequency denervation for the treatment of sacroiliac joint syndrome. *Pain Med.*; 7:429-434. [PubMed] [Google Scholar]
38. Waddell G. (1998) *The Back Pain Revolution*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone. [Google Scholar]
39. Ward S, Jenson M, Royal MA, Movva V, Bhakta B, Gunyea I. (2002) Fluoroscopy-guided sacroiliac joint injections with phenol ablation for persistent sacroiliitis: A case series. *Pain Pract.*; 2:332-335. [PubMed] [Google Scholar]
40. Yin W, Willard F, Carreiro J, Dreyfuss P. (2003) Sensory stimulation-guided sacroiliac joint radiofrequency neurotomy: Technique based on neuroanatomy of the dorsal sacral plexus. *Spine.*; 28:2419-2425. [PubMed] [Google Scholar]
41. Fishchenko Ya.V., Bila I.I., Kudrin A.P. (2016) Diagnosis of Sacroiliac Joint Syndrome. *Practical Medicine.*; 4(24). DOI: 10.22141/2224-1507.4.24.2016.94622
42. Yarikov A.V., Smirnov I.I., Perlmutter O.A., Fraerman A.P., Simonov A.E. (2018) Questions of pathogenesis, diagnosis and treatment of dysfunction of the sacroiliac joint. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*, vol. 13, issue 4, 389-402. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2018.406>
43. Yarikov A.V., Morev A.V., Shpagin M.V., Fraerman A.P. (2019) Sacroiliac joint syndrome: aetiology, clinical presentation, diagnosis and management. *Annals of clinical and experimental neurology*; 13(2): 60–68. (In Russ.) DOI: 10.25692/ACEN.2019.2.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АСПЕКТОВ ПАТОГЕНЕЗА ГНОЙНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ТОРАКО-АБДОМИНАЛЬНОЙ ТРАВМЕ

Минухин Дмитрий Валерьевич,

К.мед.н., врач-хирург первой категории, доцент кафедры хирургии №1, Харьковский национальный медицинский университет, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3371-1178>

Цивенко Алексей Иванович,

д. мед. наук, профессор кафедры хирургических болезней, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0839-9768>

Королевская Алла Юрьевна,

ассистент кафедры хирургии №1, Харьковский национальный медицинский университет, К.мед.н., врач-хирург высшей категории, врач-эндоскопист первой категории, Младший научный сотрудник отделения патологии пищевода и ЖКТ ГУ «ИОНХ им. В.Т. Зайцева НАМН Украины», ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2903-205X>

Тарасенко Людмила Григорьевна,

К.мед.н., врач-хирург высшей категории, завуч кафедры хирургии №1, Харьковский национальный медицинский университет, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7226-8450>

Мельник Дарья Юрьевна,

ассистент кафедры хирургических болезней, оперативной хирургии и топографической анатомии, врач-хирург, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Шкурят Андрей Николаевич,

К.мед.н., врач-хирург высшей категории, доцент кафедры, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7167

ARTICLE INFO

Received: 17 July 2020

Accepted: 23 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

polytrauma, pyo-inflammatory complications, pathogenesis, experiment.

ABSTRACT

The research presents the pathophysiological substantiation of the MODS and early pyo-inflammatory complications formation during early post-traumatic period of severe blunt thoracic and abdominal trauma in experimental rats. The decrease in intestinal oxygen extraction developed as response to trauma, the permeability of the intestinal barrier is disturbed. It is accompanied by a massive influx of intestinal bacterial endotoxins into the blood, which is manifested by a significant decrease in the concentration of blood plasma Anti-LPS-IgG of rats.

This process is an inducer of cascade immunopathological reactions of the body and launching into a number of pathological circles with the subsequent development of MODS and promotes to the development of early pyo-inflammatory complications.

Citation: Минухин Д. В., Цивенко А. И., Королевская А. Ю., Тарасенко Л. Г., Мельник Д. Ю., Шкурят А. Н. (2020) Experimental Substantiation of Aspects of Pathogenesis of Pyo-Inflammatory Complications of Thoracoabdominal Traumas. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7167

Copyright: © 2020 Минухин Д. В., Цивенко А. И., Королевская А. Ю., Тарасенко Л. Г., Мельник Д. Ю., Шкурят А. Н. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. Политравма является одним из тяжелых видов множественной и сочетанной травмы, поэтому оказание в максимально короткие сроки квалифицированной и специализированной медицинской помощи – важнейшая задача медицинского персонала. Проблема повреждений органов брюшной и грудной полостей, а также забрюшинного пространства сопровождается, прежде всего, высокой летальностью: 5-10% в случаях изолированной и 20-30% – при множественных поражениях. За сложностями диагностики закрытой абдоминальной и торакальной травмы следуют ошибки в выборе лечебной тактики, особенно при наличии синдрома взаимного утяжеления (сочетание повреждений органов брюшной полости с травмами головы, груди и пр.). Особенно серьезные проблемы лечения таких пациентов возникают при развитии нарушений жизненно важных органов и систем, шока или «травматической болезни» [1-4].

Одной из актуальных проблем хирургии и реаниматологии в настоящее время остается синдром полиорганной недостаточности (СПОН). Этиопатогенез СПОН тесно связан с развитием гнойно-септических осложнений. Известно, что механическая травма уже в период шока вызывает нарушения деятельности органов и систем жизнеобеспечения, в том числе и защитных механизмов, что приводит к развитию в раннем посттравматическом периоде различных осложнений. В отечественной и зарубежной литературе патологические состояния, возникающие в остром периоде травмы, трактуют как ранние осложнения. Профилактике гнойно-воспалительных осложнений при закрытых повреждениях грудной клетки, на наш взгляд, не отведено достаточного внимания [5-8].

Лечение СПОН должно быть комплексным и направленным на профилактику развития различных осложнений, прежде всего гнойно-воспалительных, а также на коррекцию нарушений систем гомеостаза и восстановление функций жизненно важных органов [10,11]. Главной задачей лечения таких больных является обеспечение гемостаза, предупреждение и лечение осложнений раннего послеоперационного периода.

Целью данного исследования явилось уточнение некоторых механизмов развития посттравматических гнойно-воспалительных осложнений в раннем посттравматическом периоде при экспериментальной политравме.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проведены на лабораторных животных при моделировании травмы груди и живота и были направлены на изучение механогенеза повреждений, роли инициации некоторых факторов иммунного и эндотелиального происхождения в возникновении местных и системных осложнений в патогенезе травматической болезни.

В качестве экспериментального материала и объекта исследований нами были выбраны белые крысы популяции Вистар обоих полов массой 190-290 г.

Перед введением в опыт все животные в течение 7 суток находились в клетках карантинного помещения в стандартных условиях (с естественной 12-часовой сменой света и темноты, при $t=200^{\circ}\text{C}$), получали одинаковое дозированное умеренно-калорийное питание. Им был обеспечен доступ к пище и воде. В течение недели перед проведением опытов животных дважды фиксировали в лабораторном станке с целью их адаптации. Непосредственно перед опытом крыс фиксировали в станке за голову и конечности.

Содержание, уход и методы экспериментальной работы с животными соответствовали общепринятым нормам (И.П. Западнюк, 1983; В.Ф. Москаленко, 2005) и правилам, предусмотренным «Европейской конвенцией по надзору и защите позвоночных животных, которые используются в экспериментальных и других научных целях» (Страсбург, 1986), Директивой Совета Европейского Содружества от 24.11.86 г. и распоряжением МЗ Украины № 32 от 22.02.88 г.

Тупая травма грудной клетки и живота воспроизводилась у 20 белых крыс-самцов линии Вистар массой 250-310 г. в условиях общего обезболивания кетаминном (12,5 мг/100 г массы тела) путем нанесения серии дозированных ударов на область грудной клетки и живота при помощи универсального устройства для нанесения травм лабораторным животным, разработанного в клинике [11]. Положение дозатора третье. Животным контрольной группы проводили стимулирующую операцию (лапротомию), в исследуемые сроки животным обеих групп выполняли реллапаротомию, и осуществляли забор крови (1,5 мл) для исследований. Забор крови

для изучения кислотно-основного состояния (КОС) выполняли из аорты, нижней полой и воротной вен, для исследования уровня Анти-ЛПС-IgG – из системы нижней полой вены.

Протокол экспериментов на животных утвержден Комиссией по биоэтике согласно с правилами Международной конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях.

Уровень Анти-ЛПС-IgG крыс исследовали с использованием коммерческого набора ЛПС из биомассы грамотрицательных бактерий *Escherichia coli* K235 (USA). Динамику Анти-ЛПС-IgG оценивали через 12, 24 и 48 часов после моделирования травмы (у выживших животных). Антитела к ЛПС *E. coli* K235 класса G определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа (ТИФА). Оптическую плотность конечного продукта ферментативной реакции определяли с помощью иммуноферментного анализатора АКЦ-Ц01 при длине волны 492 нм, уровень Анти-ЛПС-IgG выражали в единицах экстинкции.

Для изучения экстракции O_2 брали по 0,4 мл крови из НПВ, аорты (А) и ВВ, определяли уровень гемоглобина (Hb) по унифицированной методике, обратный логарифм концентрации ионов водорода (рН), парциальное давление кислорода (pO_2) и сатурацию O_2 с помощью кислотно-основного анализатора АВС – 1 "Radiometer" (Дания). Экстракцию рассчитывали по стандартным формулам: 1 – содержание O_2 в артериальной и венозной крови: $SO_2 = (Hb \times 1,39 \times \% \text{сатурации } O_2) + (pO_2 \times 0,0031)$; 2 - общую экстракцию O_2 (CEO_2) определяли по разнице O_2 в аорте (А) и нижней полой вене (НПВ): $CEO_2 = [SO_2 \text{ А} - SO_2 \text{ НПВ}] / SO_2 \text{ А}$; 3 - экстракцию O_2 в пищеварительном канале ($EO_{2\text{ПК}}$) оценивали по разнице O_2 в аорте (А) и воротной вене (ВВ): $EO_{2\text{ПК}} = (SO_2 \text{ А} - SO_2 \text{ ВВ}) / SO_2 \text{ А}$.

Весь полученный в результате проведенного морфологического исследования цифровой массив данных обрабатывался методами математической статистики с использованием вариационного анализа. При использовании методов вариационной статистики вычисляли среднюю арифметическую, степень дисперсии, среднеквадратическое отклонение, среднюю ошибку разницы, вероятность различия. Вероятность различия между двумя средними при малых выборках определяли по таблице Стьюдента с соблюдением условия $(n_1 + n_2 - 2)$. При определении степени вероятности допускали точность $p < 0,05$, что, как известно, соответствует $P > 95,0\%$.

Результаты и обсуждение.

У крыс контрольной группы через 12 часов после стимулирующей операции $ERO_{2\text{общ}}$ составила в среднем $20,11 \pm 0,9\%$, а $EO_{2\text{ПК}}$ - $28,1 \pm 0,81\%$; через 24 часа - $26,08 \pm 0,87\%$ и $29,7 \pm 0,67\%$; через 48 часов - $28,4 \pm 0,72\%$ и $31,6 \pm 0,32\%$ (табл. 1).

Таблица 1. Экстракция кислорода у крыс, $M \pm m$

Показатель	$ERO_{2\text{общ}}, \%$		$EO_{2\text{ПК}}, \%$	
	Контрольная группа, (n=5)	Основная группа, (n=15)	Контрольная группа, (n=5)	Основная группа, (n=15)
Сроки	2	3	4	5
1	2	3	4	5
12 часов	$20,11 \pm 0,9$	$41,5 \pm 1,75^*$	$28,1 \pm 0,81$	$27,9 \pm 0,22$
24 часа	$26,08 \pm 0,87$	$48,3 \pm 0,65^*$	$29,7 \pm 0,67$	$34,8 \pm 0,31^*$
48 часов	$28,4 \pm 0,72$	$52,28 \pm 0,37^*$	$31,6 \pm 0,32$	$17,53 \pm 0,43$

Примечание: * - достоверность различий с контролем ($p < 0,05$).

У крыс основной группы $ERO_{2\text{общ}}$ и $EO_{2\text{ПК}}$ в среднем составили: через 12 часов - $41,5 \pm 1,75\%$ и $27,9 \pm 0,22\%$; через 24 часа - $48,3 \pm 0,65\%$ и $34,8 \pm 0,31\%$; через 48 часов - $52,28 \pm 0,37\%$ и $17,53 \pm 0,43\%$ (табл. 1).

Как видно из приведенных данных, увеличение $ERO_{2\text{общ}}$ у крыс основной группы выявили во все сроки наблюдения, причем уже через 12 часов после моделирования тяжелой травмы ПЖ этот показатель в среднем на $100,4\%$ ($p = 0,001$) превышал таковой у животных контрольной группы, а через 24 и 48 часов соответственно на $85,2\%$ и $84,1\%$ ($p = 0,001$). $EO_{2\text{ПК}}$ была недостоверно снижена через 12 часов после моделирования тяжелой травмы, затем

повышалась и через 24 часа в среднем превышала показатель во 2 группе на 17,2% ($p=0,053$). Через 48 часов изучаемый показатель вновь снижался и в среднем на 44,5% меньше показателей контрольной группы в эти сроки исследования ($p=0,001$).

В ходе проведения экспериментальных исследований установлено, что через 12 после моделирования тяжелой травмы у животных уровень Анти-ЛПС-IgG в среднем 67,3 % был ниже контрольных показателей. Далее наблюдалось выраженное снижение уровня Анти-ЛПС-IgG в крови крыс и через 24 часа концентрация их составляла 52,2 % от исходного уровня.

В последующем наблюдалось снижение концентрации Анти-ЛПС-IgG в плазме крови и через 48 часов уровень антител в среднем на 89,7% был ниже показателей контрольной группы животных (табл. 2).

Таблица 2. Содержание антител класса G к липополисахариду *Escherichia coli* K235 в сыворотке крови крыс, экстинкции ($M \pm m$)

Срок исследования	Группы животных	
	Контрольная (n=5)	Основная (n=15)
12 часов	0,0532±0,003	0,0174±0,002*
24 часа	0,0662±0,005	0,0074±0,003*
48 часов	0,0658±0,004	0,0068±0,004*

Примечание. * – достоверность различий с контролем ($p < 0,05$).

Таким образом, уже через 12 часов после моделирования тяжелой травмы груди кишечник теряет свою барьерную и защитную функцию, происходит не массивное поступление в кровотоки кишечной эндотоксина кишечных бактерий, на связывание которых в крови недостаточно циркулирующих антител.

Выводы. Резкое снижение концентрации Анти-ЛПС-IgG в плазме крови крыс через 24 и 48 часов после моделирования патологического состояния объясняется тем, что на фоне снижения кишечной экстракции кислорода, развивающегося в ответ на травму в раннем посттравматическом периоде, нарушается проницаемость кишечного барьера, что сопровождается массивным поступлением эндотоксина кишечных бактерий в системный кровоток, который является индуктором каскадных иммунопатологических реакций организма и запускающих в ряд патологических кругов с последующим развитием MODS и способствует развитию ранних гнойно-воспалительных осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булага В.В., Голобородько Н.К. Классификация и классификатор механической политравмы // Ортопедия, травматология и протезирование - 1986 - № 6.- С. 65-68.
2. Ерюхин И.А. Травматическая болезнь - общепатологическая концепция или нозологическая категория?// Вести, травматологии и ортопедии - 1994.- № 1- С. 12-15.
3. Травматическая болезнь/Под ред. И.И. Дерябина, О.С.Насонкина.— Л.: Медицина, 1987.-303 с.
4. Border J.R., Allgower I, Siggard O.I. Blunt multiple trauma - New York-Basel: Marsel' Deccer, 1990 - 1012 p.
5. Ерюхин И.А., Шашков Б. В., Повзун С.А. Эндотоксикоз при травматической болезни // Эндогенные интоксикации. СПб., 1994 - С. 29-30.
6. Королюк А.М., Попов В.А., Бадилов В.Д. Микробиологические аспекты течения современной посттравматической инфекции // Тезисы XVII съезда Всесоюз. о-ва эпидемиологов, микробиологов и паразитологов.-М.- 1989 - Т. 1.- С. 175-176.
7. Varone J.E., Snyder A.B. Treatment strategies in shock: use of oxygen transport measurements // Heart Lung - 1991. - Vol. 20, № 1. - P.81—85.
8. Cavaillon I.M., Tamuon F., Marry C. et al. Multiorgan dysfunction syndrome and the implication of cytokines//7th European Congress on Intensive Care Medicine.- Innsbruck, 1994.- P. 23-32.
9. Ерюхин И.А., Хрупкий В.И., Самохвалов И.М. Лечение сочетанных огнестрельных и взрывных повреждений на этапах медицинской эвакуации // Воен.- мед. журн.- 1992.-№ 4/5.-С. 42-49.
10. Meduri G.U. Pathophysiology of late ARDS. The role of a protracted inflammatory response//7th European Congress on Intensive Care Medicine- Innsbruck, 1994 - P. 237-244.
11. Политравма. Руководство для врачей в 4-х томах/под. Ред. Бойко В.В., Замятина П.Н. – Харьков, Черновцы. – 2009, Том 4. – С. 152.

RELATIONSHIP BETWEEN THE RESULTS OF IMMUNOHISTOCHEMICAL EXAMINATION (PHH3, KI-67) AND POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY DATA (SUVMAX) OF OROPHARYNGEAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA

Lysak Andrii, Graduate Student of the Department of Pathological and Topographic Anatomy, Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Pathoanatomical Center of the National Military Medical Clinical Centre of the Main Military Clinical Hospital, Kyiv, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0917-2688>

Diadyk Olena, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Pathological and Topographic Anatomy, Shupyk National Academy of Postgraduate Education, Kyiv

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7168

ARTICLE INFO

Received: 27 July 2020
Accepted: 25 August 2020
Published: 30 September 2020

KEYWORDS

oropharyngeal squamous cell carcinoma,
tumour differentiation, metabolic activity, immunohistochemistry, positron emission tomography.

ABSTRACT

The authors established the relationship between the indicators of immunohistochemical examination — proliferation markers (Ki67) and mitotic count (pHH3) with the indicators of positron emission tomography — SUVmax. The identified patterns of cancer cells differentiation and their metabolic activity are promising for the diagnosing and screening of tumours of varying degrees of progression and origin, which will allow forecasting the course of the disease at all stages of diagnostics. The study intends to assess the level of oropharyngeal squamous cell histopathological differentiation by immunohistochemical diagnostic methods, and their metabolic activity using positron emission tomography.

1. Study of the activity of metabolic processes of transformed oropharyngeal cancer cells using positron emission tomography;
2. Determination of tumour proliferative potential by the number of positive stains to Ki-67 (%) and pHH3 by immunohistochemical diagnostic methods;
3. Identification of the relationship between morphological changes of oropharyngeal cancer cells and their metabolic activity.

Materials and methods. We studied 130 samples of squamous cell carcinoma of the oropharyngeal area. We determined the level of metabolic activity — SUVmax — by positron emission tomography (PET) at the preoperative patient treatment stage. In the postoperative period, the proliferation index (Ki67) and the mitotic count (pHH3) were determined by histological and immunohistochemical methods. Upon assessment of the level of differentiation of tumour cells, patients were divided into three groups: Group I - patients having tumour cells in the G1 phase of mitosis (28 patients); Group II — tumour cells in the G2 phase of mitosis (48 patients); Group III — tumour cells in the G3 phase of mitosis (54 patients). We evaluated PET results according to the Maximum Standard Unit Value (SUVmax).

We determined the relationship between morphological changes and metabolic activity of tumour cells by 2-fluoro-[18F]-2-deoxy-D-glucose accumulation and immunohistochemical examination.

Results. We established a statistically significant difference between the groups ($p < 0.001$ according to the Kruskal-Wallis test for all indicators). Thus, with decreasing Me level, the differentiation of SUVmax of tumours significantly ($p < 0.05$) increases, which indicates an increase in the degree of malignancy of tumours. We evaluated the results of immunohistochemical examination by Ki67 and pHH3 markers in the study groups. Comparing Ki67 and pHH3, a statistically significant difference was found between the groups ($p < 0.001$ according to the Kruskal-Wallis test for all indicators). Thus, with a decrease in the Me level, the differentiation of Ki67 increases significantly ($p < 0.05$), and an increase in pHH3 indicates an increase in the degree of malignancy of tumours.

Conclusions. We statistically proved the relationship between Ki67, pHH3 and SUVmax in oropharyngeal squamous cell carcinoma. We established the possibility of preoperative forecasting of the level of tumour differentiation and the use of pHH3 immunohistochemical marker as a reliable criterion for assessing the level of tumour differentiation, including hardly diagnosable squamous cell carcinoma.

Citation: Lysak Andrii, Diadyk Olena. (2020) Relationship Between the Results of Immunohistochemical Examination (pHH3, Ki-67) and Positron Emission Tomography Data (SUV_{max}) of Oropharyngeal Squamous Cell Carcinoma. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7168

Copyright: © 2020 Lysak Andrii, Diadyk Olena. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Differentiation of tumour cells is a central aspect of histopathological classification of malignant neoplasms. The stages of differentiation are strongly related to the metabolic activity of the transformed cells and the tumour behaviour. It is known that undifferentiated tumour is more aggressive than its more differentiated analogue [1]. Tumour differentiation is directly related to the expression and function of genes that determine the metabolic activity and direction of development of transformed cells [2]. The mechanisms of differentiation of tumour cells, as well as the relationship of morphological changes in cells with their metabolic activity are poorly studied. Besides, the level of metabolic activity of transformed cells underlies the diagnosis and evaluation of the degree of tumour differentiation, which plays a huge role in the treatment of cancer patients [3].

Treatment of oropharyngeal tumours is a time-consuming and unresolved problem of modern oncology. Anatomical and functional features of this area are the tendency of malignant tumours of this localization to rapid infiltrative growth, while early metastasising to lymph nodes cause severe disease and create difficulties in diagnosing and treatment [4]. Diagnostics of oropharyngeal neoplasms includes two stages: preoperative and postoperative. Diagnostics in the preoperative period helps to establish the location and size of the tumour, without determining its degree of malignancy. Preoperative diagnostics of oropharyngeal tumours is performed using positron emission tomography (PET) and computed tomography (CT). These methods belong to non-invasive diagnostics — one of the priority areas of medical research [5, 6].

The immunohistochemical marker — Ki67 — is an important marker for the verification of malignant tumours, which is determined to establish the proliferation index of tumour cells. Ki67 belongs to the nuclear antigens that are involved in the regulation of the cell cycle and are found in cell nuclei in G1-, S- and G2 phases of the cell cycle, as well as during the mitotic phase [7]. Ki67 as a monoclonal proliferation marker gives a positive reaction in G1A, G1B, S, G2 and M-phases of the cell cycle, but is not detected in G0, G1T, G1a, G1b phases. Nowadays, antibodies to Ki67 have become the standard for assessing the proliferative activity of transformed cells [8]. It is proved that the increase in the expression of this marker is directly proportional to the formation of the aggressive phenotype of many malignant tumours [9]. In particular, the high level of Ki67 expression is a prognostically unfavourable factor for breast, ovarian, prostate cancer, melanocytic tumours, gastrointestinal stromal tumours [8, 10, 11].

Phosphohistone H3 (pHH3) may be another proliferation marker. pHH3 is a histone protein that is part of DNA chromatin, and plays an important role in chromosome condensation and cell cycle progression during mitosis and meiosis after phosphorylation of serine-10 and serine-28 residues. Phosphorylation occurs during the late G2 phase before the onset of prophase, while dephosphorylation occurs slowly from late anaphase to early telophase. Therefore, in the metaphase histone H3 is always strongly phosphorylated, which is manifested by a positive test for pHH3, while in the interphase there is minimal or no expression of pHH3 — a property that allows pHH3 to be detected only in mitotically active cells [11]. For this reason, we hypothesized that pHH3 may be a better prognostic marker than the Ki67 marker and better detect tumour cell metastasis.

The research objective is to assess the level of squamous cell histopathological differentiation of cells (Ki-67, pHH3) with oropharyngeal carcinoma by immunohistochemical diagnostic methods, and their metabolic activity using positron emission tomography (SUV_{max}).

Materials and research methods. The study involved 130 patients with oropharyngeal squamous cell carcinoma. Among patients, men accounted for 75% (98 men), women - 25% (32 women).

Diagnosis of the detected pathology was performed in the preoperative period using PET/CT examination using Philips Gemini PET/CT-System series C. The PET method determined the level of metabolic activity — SUV_{max} [12, 13].

In the postoperative period, pieces of transformed tissue were taken from the tumour for histological and immunohistochemical examinations. The fixation was performed in a 10% solution of neutral formalin. Proliferation index (Ki67) and mitotic count (pHH3) were determined by histological and immunohistochemical methods.

In determining the degree of differentiation of tumour cells we used the classification of Anneroth et al. and Bryne et al. [14], presented in Table 1.

Table 1. Evaluation of the level of differentiation of tumour cells

Criterion	Number of points			
	1	2	3	4
The level of keratinization (% of cells)	>50	20–50	5–20	0–5
Polymorphism of nuclei (% of mature cells)	>75	50–75	25–50	0–25
Mitotic count	0–1	2–3	4–5	>5
Type of invasion	clearly demarcated edges	infiltrating areas	groups of infiltrating cells (n<15 cells)	widespread areas of dissociated cells in groups or as single cells (n>15 cells)
Inflammation as a result of lymphoplasmacytic infiltration	severe	moderate	insignificant	no inflammation

Taking into account the criteria shown in Table 1, we analysed the phases of the cell cycle of the studied tumours, with: 4-8 points — tumours with cells in G1 phase of the cell cycle; 9-12 points — G2 tumours; 13-16 points — G3 tumours.

Assessing the level of differentiation of tumour cells, we divided patients into three groups: Group I — patients with tumour cells in G1 phase of mitosis (28 patients); Group II — tumour cells in G2 phase of mitosis (48 patients); Group III — tumour cells in the G3 phase of mitosis (54 patients).

The mitotic activity of tumour cells was assessed by the proliferation index Ki67 and pHH3, which we determined by immunohistochemistry.

During the immunohistochemical study, we used paraffin blocks to prepare histological sections with a thickness of 4 μ m, which were obtained using a rotary microtome HM 355S, Section-Transfer-System, Walldorf.

Upon removal of paraffin and rehydration of sections, we performed temperature unmasking of antigens. We performed incubation of sections with primary antibodies in humid chambers for 30 minutes at 23-25°C, followed by staining of the test sections with hematoxylin-eosin in Ventana BenchMark machine (Ventana Medical Systems, Ventana, USA), and application to SuperFrost Plus slides. Ki67 monoclonal antibodies (monoclonal, murine anti-Ki67 antigen) were used as primary antibodies. We studied stained preparations on a digital light microscope Leica DM 6000 B, Leica Microsystems CMS GmbH using x5, x10, x20, x40, x100 lenses.

Reaction with the pHH3 marker was performed using rabbit polyclonal antigen and was determined in the number of positive nuclei counted during pHH3 staining.

We performed statistical processing of the results using the Kruskal-Wallis test to compare indicators in the three groups. We used Dunn's multiple comparison test during a posteriori comparisons [15]. The critical level of significance was $\alpha_{crit} = 0.05$.

To determine the values of SUV_{max} , we analysed the constructed Receiver Operating Characteristic curves (ROC curves). We assessed the reliability of the test by the area under the ROC curve [15].

We determined the threshold for making a decision on the test by Youden index $Inex=Max$. We evaluated the prognostic characteristics of the test at the appropriate threshold by the specificities (95%) and sensitivity (95%) of the test.

We used the ROC curve method to assess the prognostic characteristics of the Ki67 and pHH3 markers [16].

Results. Analysing the morphological characteristics of tumours with cells at different stages of the life cycle, we found significant changes between the study groups.

The results of studies showed that at least 50% of mature cells we found in tumours with cells in G1 phase of the cell cycle (Group I) (Figure 1).

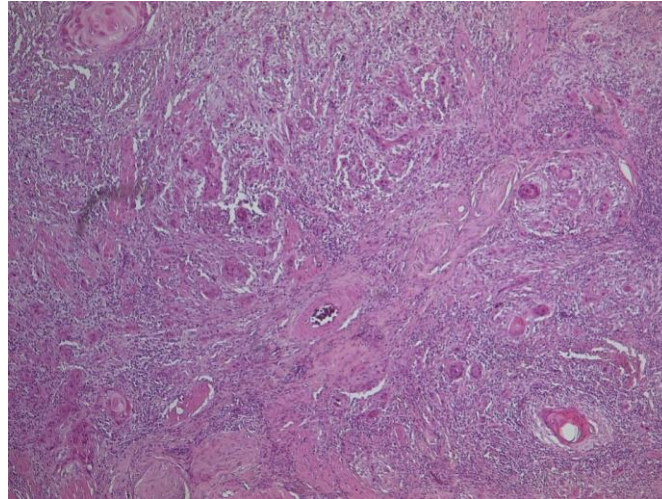


Fig. 1. Squamous cell carcinoma of the oral cavity in G1 phase (hematoxylin-eosin staining, x50 magnification).

The level of keratinization of tumour cells of squamous cell carcinoma was not less than 20%. Moderate-expressed (weak) polymorphism was visualized on histological sections. There was a clear growth of solid fields. We found a small number of cells that are in the stage of mitosis in the tumour tissue — from 0 to 3 cells in the field of vision. Lympho-plasmacytic infiltration is expressed by moderate inflammation (Figure 1).

In the tissues of squamous cell carcinoma, the cells of which are in G2 phase of the cell cycle (Group II), the level of keratinization was not less than 5% (Figure 2).

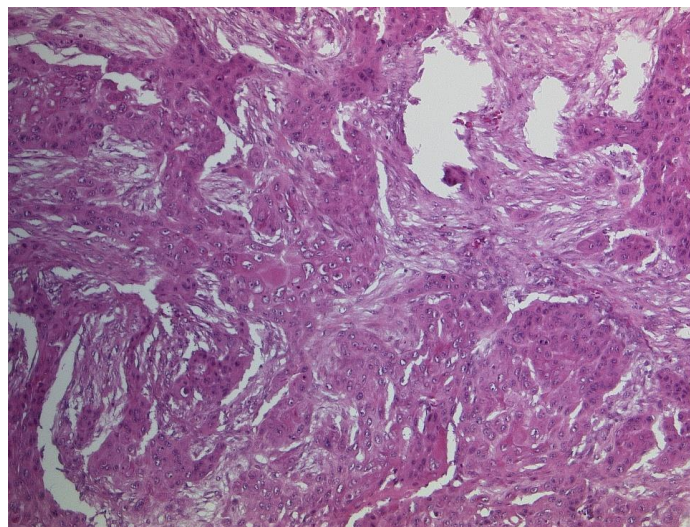


Fig. 2. Oral squamous cell carcinoma cells in the G2 phase (hematoxylin-eosin staining, x100 magnification)

The number of mature cells was not less than 25%. Histological sections showed moderate polymorphism of nuclei. We established that infiltrative growth is characteristic of G2 tumours. This growth was expressed in the localization of small groups of cells, but there were at least 15 cells in the group. The sections revealed a moderate number of mitotic cells, and a slight inflammatory reaction or its complete absence (Figure 2).

The results of the study of squamous cell carcinoma in Group III patients, having the transformed cells in G3 phase, showed at least 25% of mature cells (Figure 3). This group includes tumours with a low level of keratinization and pronounced polymorphism of the nuclei. The number of mitotic cells was 5 or more in the field of vision. As for the G2 phase, invasive processes in the form of small groups of cells were observed in G3 phase. However, there were less than 15 cells in the group or single cells were detected in G3 tumours. Inflammation was not observed (Figure 3).

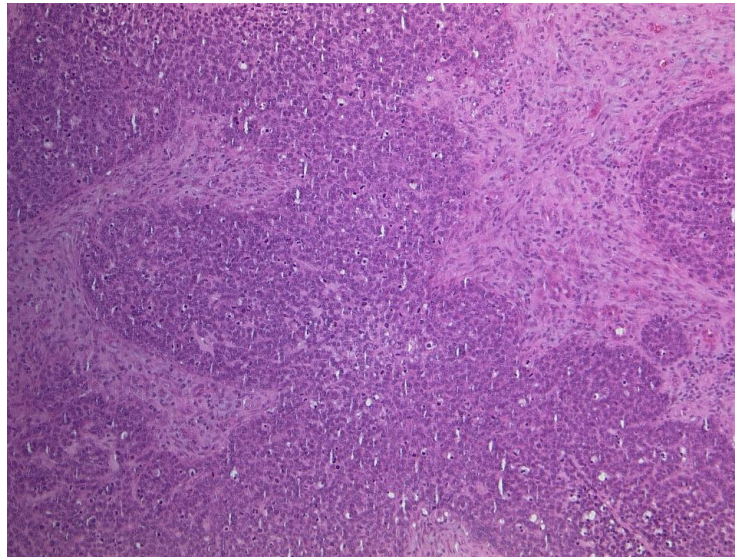


Fig. 3. Oral squamous cell carcinoma cells in G2 phase (hematoxylin-eosin staining, x50 magnification)

The metabolic activity of tumour cells was determined by the standardized uptake value (SUV) in PET [17].

With the help of PET diagnostics we determined both the minimum and maximum SUV in patients of all study groups [18]. The mean SUV_{min} in all patients was 5.8; the mean SUV_{max} was 48.7.

Analysing the standardized uptake values — SUV_{min} and SUV_{max} depending on the degree of tumour differentiation revealed changes in these values in different groups of patients. Thus, in the group of G1 tumours the minimum value of SUV_{min} is 5.6, while the maximum value of SUV_{max} is 27. In Group II patients — with G2 tumours — the minimum value of SUV_{min} is 7, the maximum value of SUV_{max} is 28.2. In the group of G3 tumours, the minimum value of SUV_{min} is 5.7, the maximum value of SUV_{max} — 48.5 (Table 2).

As the results of the study presented in Table 2 show, SUV_{max} increases as the cell cycle of the tumour cells progresses.

Table 2. The value of standardized accumulation (SUV) of squamous cell carcinoma of the oral cavity in the Me format (Q_I÷Q_{III})

Index	Me (Q _I ÷ Q _{III})			Significant difference between groups
	G1 (n=28)	G2 (n=48)	G3 (n=54)	
SUV _{max}	25.7 [#] (18.6÷33.3)	28.2 ^{*\$} (22.5÷30.1)	48.5 ^{*#} (43.8÷55.0)	<0.001
SUV _{min}	5,6 [#] (3.2÷8.3)	7,0 ^{*\$} (4.5÷13.1)	5,7 ^{*#} (3.8÷11.0)	<0.001

Note: * – statistically significant difference compared with G1 tumours, p<0.05; # - statistically significant difference compared with G2 tumours, p<0,05; \$ - statistically significant difference compared with G3 tumours, p <0,05.

We analysed the SUV_{max} index in the primary tumour and determined the dependence of the SUV_{max} index on the main characteristics of the oncological process, such as the depth of invasion of the tumour process, histological structure, and tumour differentiation [19].

The comparison of SUV_{max} revealed an increase in the value of this indicator with a decrease in the level of differentiation of tumour tissue ($p < 0.001$ according to the Kruskal-Wallis test). The lowest value of SUV_{max} was observed in the group of patients with G1 tumours, and the highest — in patients of G3 group. An intermediate value of SUV_{max} was observed in patients with tumours with cells in G2 phase of the life cycle. The values of this group were statistically lower than the indicators characteristic of G3 group, and statistically higher than the indicators characteristic of G1 group (Figure 4).

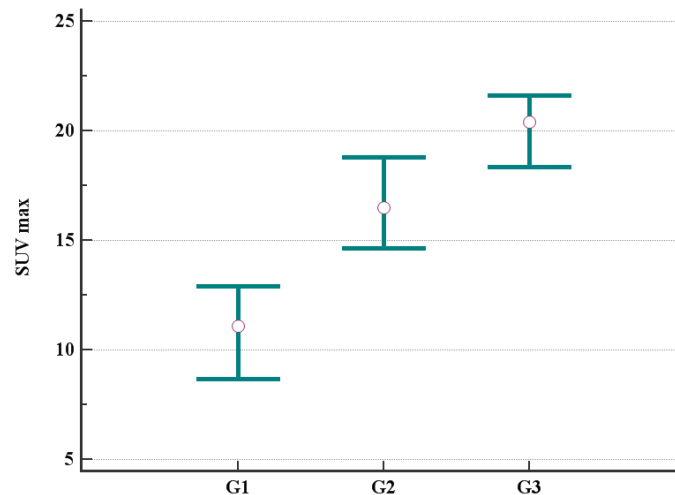


Fig. 4. The value of SUV_{max} depending on the degree of differentiation of squamous cell carcinoma of the oral cavity

Analysis of the degree of differentiation of squamous cell carcinoma of the oral cavity revealed a low or medium degree of differentiation of transformed cells in patients with G2 and G3 tumours. For patients with G1 tumours, we observed a high degree of tumour cell differentiation, which indicates a favourable prognosis in the treatment of squamous cell carcinoma of the oral cavity.

During the analysis of samples according to SUV_{max} , we revealed the adequacy of the forecasting model (however, $AUC = 0.78$, which is 95%, BI is 0.70–0.85, statistically significant value, $p < 0.001$ exceeds 0.5). Figure 5 shows the ROC curve of the test, which indicates an important prognostic value of the indicator. The ROC curve of the test shows the degree of differentiation of tumour tissue (G3, G2 vs G1) by SUV_{max} , and indicates the forecasting of the tumour process [20]. Figure 5 indicates the sensitivity and specificity of the test, as well as the optimal decision threshold (according to Youden Index).

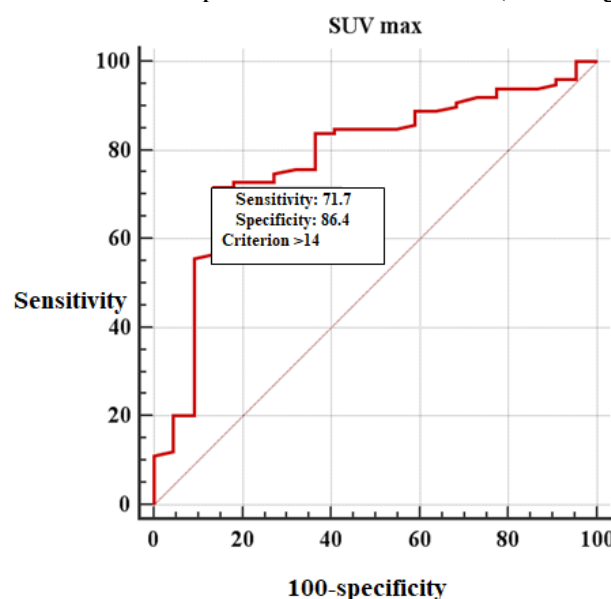


Fig.5. ROC curve of the test for forecasting a high degree of tissue differentiation (G3, G2 vs G1) by SUV_{max}
 Note: the optimal decision threshold, sensitivity and specificity of the test are indicated.

When choosing the optimal threshold, we set a critical value of the indicator — SUV_{crit} , which equals 14. In case of exceeding this value, G2 or G3 phases of the life cycle of tumour cells are predicted. At this threshold, the sensitivity of the test is 71.7% (95% BI 61.8-80.3%). At the same time, the specificity of the test is 86.4% (95% BI 65.1-97.1%).

In the second stage of experimental studies, we observed the degree of differentiation of tumour cells in patients with G3 tumours. The forecast was favourable (not the case) for patients with G1 or G2 tumours.

We also revealed the adequacy of the forecasting model during the analysis of the studied samples according to SUV_{max} . However, $AUC=0.70$ 95% CI 0.61–0.78. Figure 6 shows the ROC curve of the test. Its result allows asserting the importance of the quality of this indicator in the forecast of oncogenesis.

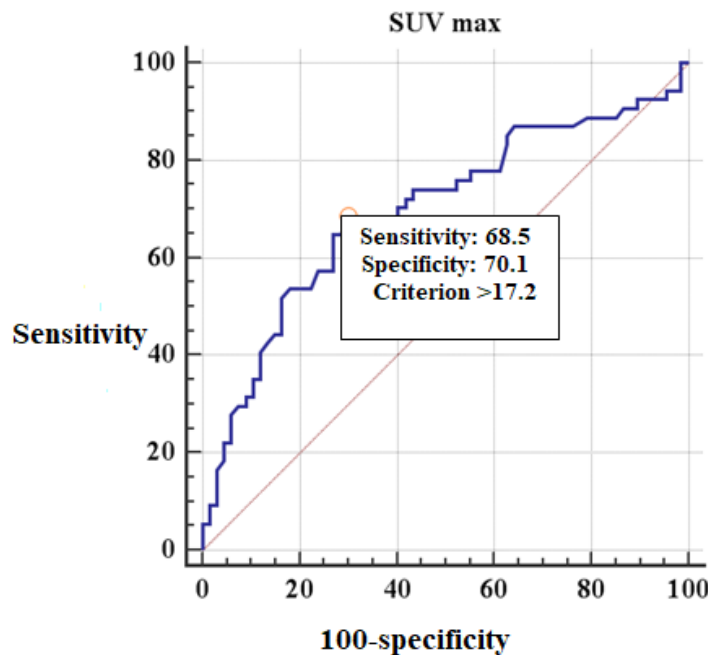


Fig. 6. ROC curve of the test for forecasting a high degree of tissue differentiation (G3, G2 vs G1) by SUV_{max}

Note: the optimal decision threshold, sensitivity and specificity of the test are indicated.

When selecting the optimal threshold (according to the Youden Index), we established the critical value of the indicator, sensitivity and specificity. SUV_{crit} is 17.2. It should be noted that exceeding this value forecasts G3 phase of the life cycle of tumour cells. At this threshold, the sensitivity of the test is 68.5% (95% BI 54.4-80.5%), while the specificity of the test is 70.2% (95% BI 57.7-80.7%).

The next step was to establish a relationship between Ki67, pHH3 markers, which indicate the differential state of oropharyngeal carcinoma cells, and the metabolic activity of these cells, which was established by PET-CT in oropharyngeal squamous cell tumours.

Correlation analysis was used to determine the relationship between Ki67 and pHH3 and SUV_{max} [21]. In this regard, the results of Spearman’s Rank correlation coefficient and the level of significance of its difference from 0 were expressed in the form of a correlation matrix presented in Table 3.

Table 3. Correlation analysis of Ki67, pHH3 and SUV_{max}

Indicator	Ki-67	pHH3	SUV_{max}
Ki-67		0.814 (p<0.001)	0.214 (p=0.019)
pHH3	0.814 (p<0.001)		0.301 (p<0.001)
SUV_{max}	0.214 (p=0.019)	0.301 (p<0.001)	

Analysis of the results showed a strong positive correlation between the proliferation index (Ki67) and the mitotic count (pHH3) ($r=0.814$ at $p<0.001$). At the same time, we found a weak positive correlation between SUV_{max} and Ki-67 ($r=0.214$ at $p=0.019$) and pHH3 ($r=0.301$ at $p<0.001$).

As Figure 7 shows, a strong positive correlation is observed between Ki67 and pHH3. It follows that changes in the proliferation index of tumour cells directly depend on their mitotic activity.

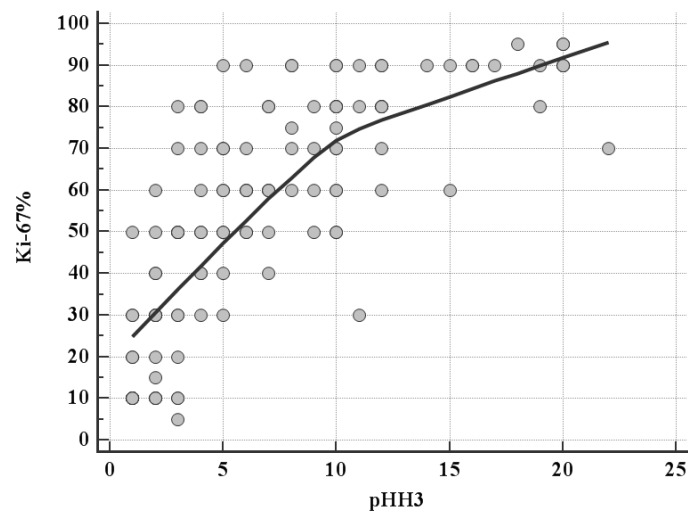


Fig. 7. Correlation analysis of Ki67 and pHH3

Therefore, we found the following during the method of tracing ROC curves for the analysis of the prognostic characteristics of tumour cells. In the presence of 50.0% of positive cells in the test sample, which are determined by the level of Ki67 marker, we detected a medium or low level of differentiation of oropharyngeal squamous cell carcinoma.

The pHH3 also indicates the differential state of tumour cells. Thus, 4 mitoses in the test sample, determined using pHH3 marker, indicates a medium and low level of differentiation of these tumours.

An increase in the SUV_{max} value greater than 14 indicates an average level of differentiation of the studied tumours, and when the value is over 17.2 — a low level [22]. During the assessment of the relationship between the studied immunohistochemical markers, we established a positive correlation between Ki67 and pHH3 ($r=0.814$ at $p<0.001$) and a weak positive correlation between SUV_{max} and Ki67 ($r=0.214$) at $p=0.019$ and pHH3 ($r=0.301$ at $p<0.001$).

Discussion. The obtained results indicate not only the complexity of assessing the functional status of cells involved in the tumour process in the oropharyngeal area, but also the importance of identifying key diagnostic criteria, in particular, such as metabolic activity of tumour cells. Taking into account these results will allow forecasting the level of differentiation of transformed squamous cell carcinoma in the preoperative stage, followed by the choice of effective treatment tactics.

The dependence of SUV_{max} on the level of differentiation of tumour cells has also been found for lung cancer [23], tumours of the stomach and esophagus, lymphoma, endometrial cancer [24]. The results of these studies, including ours, may be the basis for creating the latest diagnostic classification of tumours based on the results of PET research.

In addition, immunohistochemical markers, in particular pHH3 and Ki67 levels, make it possible to accurately determine the aggressiveness of tumours, regardless of individual features of the tumour or laboratory features of material staining.

Conclusions. 1. In our work, we statistically proved the possibility of predicting the degree of differentiation of oropharyngeal carcinoma cells by the level of intake of 2-fluoro-[18F]-2-deoxy-D-glucose by tumour tissues. The results indicate the dependence ($p<0.001$) of SUV_{max} and the level of differentiation of transformed cells. 2. The proliferation index Ki67 and pHH3 depend ($p<0.001$) on the number of mitotic cells in the tumour tissue and the level of histological differentiation of the tumour. 3. We proved that pHH3 marker can be used as a reliable criterion for assessing the level of tumour differentiation, which may form the basis for the diagnosis of squamous cell carcinoma. 4. We found a direct relationship between Ki67, pHH3 markers and the results of PET-CT in oropharyngeal squamous cell tumours.

Prospects for further research. In our opinion, further study of the patterns of differentiation of cancer cells and their metabolic activity is a promising area for the diagnosing and screening of tumours of varying degrees of progression and origin, including oropharyngeal tumours. This gives

the prospect of their implementation in practice. An important area is also the creation of a new system for studying the degree of tumour differentiation depending on SUV_{max} , which indirectly indicates the level of tumour differentiation. For morphological diagnosis and detection of tumours of different origin, it is important to determine the proliferation potential of tumours by the number of positively stained cells to Ki67 (%) and pHH3 of oropharyngeal carcinoma.

REFERENCES

- Well, L., Salamon, J., Kaul, M. G., Farschtschi, S., Herrmann, J., Geier, K. I., Hagel, C., Bockhorn, M., Bannas, P., Adam, G., Mautner V. F., Derlin T. (2019) Differentiation of peripheral nerve sheath tumors in patients with neurofibromatosis type 1 using diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Neuro Onco.*, 21 (4), 508-516.
- Liu J. The dualistic origin of human tumors (2018) *Semin Cancer Biol.*, 53, 1-16.
- Rudas, M.S., Nasnikov, I.Yu., Matyakin, G.G. (2007) *Pozitronno-photon emission computed tomography praktike. Uchebno-metodicheskoe posobie* [Positron-Emission Tomography in Clinical Practice. Manual]. Moscow: Central Clinical Hospital UDP RF [in Russian].
- Cohen E. E. W., Bell R. B., Bifulco C. B., Burtneß B., Gillison M. L., Harrington K. J., Le Q.-T., Lee N. Y., Leidner R., Lewis R. L., Licitra L., Hisham M., Mell L.K., Raben A., Sikora A.G., Uppaluri R., Whitworth F., Zandberg D. P., Ferris R.L. (2019) The Society for Immunotherapy of Cancer consensus statement on immunotherapy for the treatment of squamous cell carcinoma of the head and neck (HNSCC). *J Immunother Cancer*, 7 (1), 184-215.
- Jin S., Li D., Wang H., Yin Y. (2013) Registration of PET and CT images based on multiresolution gradient of mutual information demons algorithm for positioning esophageal cancer patients. *Journal of applied clinical medical physics*, 14, 1, 50-61.
- Osipyán, E.O., & Mudunov, A.M. (2017). Computer and Magnetic Resonance Imaging in Assessing the Local Spread of Tumors of the Oral Cavity and Oropharynx as the Main Factor in the Choice of Treatment Tactics (literature review). *Opuholi golovy i shei*, 7 (4), 53-62. doi: 10.17650/2222-1468-2017-7-4-53-62 [in Russian].
- Sun X., Kaufman P. D. Ki-67: more than a proliferation marke. (2018). *Chromosoma.*, 127 (2), 175-186.
- Cheng N. M., Fang Y.-H. D., Tsan D.-L., Lee L.-Y., Chang J. T.-C., Wang H.-M., Ng S.-H., Liao C.-T., Yang L.-Y., Yen T.-C. (2018) Heterogeneity and irregularity of pretreatment 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography improved prognostic stratification of p16-negative high-risk squamous cell carcinoma of the oropharynx. *Oral oncology.*, 78, 156-162.
- Mehanna H. McConkey C. C., Rahman J. K., Wong W.-L., Smith A. F., Nutting C., Hartley A.G., Hall P., Hulme C., Patel D. K., Zeidler S.V., Robinson M., Sanghera B., Fresco L., Dunn J. A. (2017) PET-NECK: a multicentre randomised Phase III non-inferiority trial comparing a positron emission tomography-computerised tomography-guided watch-and-wait policy with planned neck dissection in the management of locally advanced (N2/N3) nodal metastases in patients with squamous cell head and neck cancer. *Health Technology Assessment*. 21.17. doi: 10.3310 / hta21170
- Majdoub M. (2018). Prognostic value of head and neck tumor proliferative sphericity from 3'-deoxy-3'-[18 F] fluorothymidine positron emission tomography *IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences*, 2 (1), 33-40.
- Sayan A., Gonen Z. B., Ilankovan V. (2017) Multiple metastases to bone from squamous cell carcinoma of the oropharynx: unusual findings on positron emission tomography-computed tomography. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.*, 55 (10), 1044-1045.
- Kulikov, E.P., Zakharkina, T.V., Chernitsyn, K.I., Redkin, A.N. Ryzhikh, O.V. (2015). Combined Positron-Emission and Computed Tomography in the Diagnosis of Primary Metastatic Affection of the Lymph Nodes of the Neck. *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal*, 20, 4, 6-8 [in Russian].
- Disselhorst, J. A., Bezrukov, I., Kolb, A., Parl, C., & Pichler, B. J. (2014). Principles of PET/MR imaging. *J Nucl Med*, 55(Supplement 2), 2S-10S.
- Burkhardt, A., & Morgenroth, K. (2000). *Oralpathologie. 3. Mundhöhle, angrenzendes Weichteil-und Knochengewebe* (Vol. 3). Springer.
- Casali, C., Cucca, M., Rossi, G., Barbieri, F., Iacuzio, L., Bagni, B., & Uliano, M. (2010). The variation of prognostic significance of Maximum Standardized Uptake Value of [18F]-fluoro-2-deoxy-glucose positron emission tomography in different histological subtypes and pathological stages of surgically resected Non-Small Cell Lung Carcinoma. *Lung cancer*, 69(2), 187-193.
- Lell, M., Mantsopoulos, K., Uder, M., & Wuest, W. (2016). Bildgebung der Kopf-Hals-Region. *HNO*, 64(3), 189-210.
- Khudzhebekova, M.M. (2014). The Role of Positron-Emission Tomography with 18F-FDH in Determining the Degree of Malignancy of non-Hodgkin's Lymphomas. *Radiologiya-praktika*, (1), 31-37 [in Russian].

18. Leijenaar, R. T., Nalbantov, G., Carvalho, S., Van Elmpt, W. J., Troost, E. G., Boellaard, R., ... & Lambin, P. (2015). The effect of SUV discretization in quantitative FDG-PET Radiomics: the need for standardized methodology in tumor texture analysis. *Scientific reports*, 5, 11075.
19. Nakamura, K., Kodama, J., Okumura, Y., Hongo, A., Kanazawa, S., & Hiramatsu, Y. (2010). The SUVmax of 18F-FDG PET correlates with histological grade in endometrial cancer. *International Journal of Gynecological Cancer*, 20(1), 110-115.
20. Konurbaev, T.R. (2014). Effect of Tumor Metabolism on the Standardized Level of Accumulation of Radiopharmaceutical 18F - FDG (SUV) in Positron-Emission and Computed Tomography in Patients with Esophageal and Gastric Cancer. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 1. Retrieved from <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11231> (accessed Jun 11 2018) [in Russian].
21. Cappabianca, S., Porto, A., Petrillo, M., Greco, B., Reginelli, A., Ronza, F., De Rimini, M. L. (2011). Preliminary study on the correlation between grading and histology of solitary pulmonary nodules and contrast enhancement and [18F] fluorodeoxyglucose standardised uptake value after evaluation by dynamic multiphase CT and PET/CT. *Journal of clinical pathology*, 64(2), 114-119.
22. Demina, E.A., Leonteva, A.A., Tumyan, G.S., Ryabukhin, Yu.E., Medvedovskaya, E.G., Trofimova, O.P., ... & Kokosadze, N.V. (2017). The Importance of Positron-Emission Tomography in Optimizing the Therapy of the Spread Stages of Hodgkin's Lymphoma with the Use of the Intensive EACORP-14 Program. *Klinicheskaya onkogematologiya. Fundamental'nye issledovaniya i klinicheskaya praktika*, 10(2), 150-157. doi: 10.21320/2500-2139-2017-10-2-150-157 [in Russian].
23. Schimmelpennink M. C. Vorselaars A.D.M., Veltkamp M., Keijsers R.G.M. (2019) Quantification of pulmonary disease activity in sarcoidosis measured with ¹⁸F-FDG PET/CT: SUVmax versus total lung glycolysis., *EJNMMI Res.*, 9 (1), 54-61.
24. Watanabe Y., Kurihara H., Itami J., Sasaki R., Arai Y., Sugimura K. (2017) Relationship between the uptake of ¹⁸F-borono-L-phenylalanine and L-[methyl-¹¹C] methionine in head and neck tumors and normal organs. *Radiat Oncol.*, 14 (1), P. 17-24.

МАНУАЛЬНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ ВИВИХУ СКРОНЕВО-НИЖНЬОЩЕЛЕПНОГО СУГЛОБА І ЙОГО МЕНІСКА

Сергій Франк,

Ортопед-травматолог, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0053-6898>

Михайло Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5145-9290>

Георгій Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2377-1337>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7198

ARTICLE INFO

Received: 20 July 2020

Accepted: 29 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

temporomandibular joint dislocation, dislocation of the temporomandibular joint meniscus, temporomandibular joint disc displacement, cervical spine, manual therapy, shock-wave therapy.

ABSTRACT

The treatment of temporomandibular joint and meniscus dislocation belongs to the field of dentistry and maxillofacial surgery and is considered to be a lengthy and complex process. In this paper, the authors attempt to link the occurrence of such dislocations with pathological conditions of the upper segments of the cervical spine and prove that manual correction of the affected segments of the spine significantly accelerates and facilitates the treatment of temporomandibular joint and meniscus dislocations.

Citation: Sergii Frank, Michael Frank, George Frank. (2020) Manual Therapy in the Treatment of Temporomandibular Joint and Meniscus Dislocation. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7198

Copyright: © 2020 **Sergii Frank, Michael Frank, George Frank.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Скренево-нижньощелепний суглоб (СНЩС) розташований перед нижньою частиною вуха і призначений для забезпечення руху нижньої щелепи. СНЩС має шарнірну будову – коли рот широко відкривається, суглобова голівка (мищелок) виходить із суглобової ямки і висувається вперед. При закриванні рота мищелок повертається на місце. В ICD-10: 2019 вивих скренево-нижньощелепного суглоба і його меніска описано в розділі S03.0.

Розлади скренево-нижньощелепного суглоба – збірний термін, що включає в себе різноманітні патологічні стани в суглобі, серед них звичайний вивих самого суглоба, вивих диска (меніска) від його зміщення аж до повного розриву, дегенеративні зміни в суглобі та його анкілоз [12, 15, 17, 23]. Вивих СНЩС стається, якщо при відкриванні рота мищелок висувається надто далеко, застрягає в положенні перед суглобовим горбиком і не може повернутися на місце. Таке найчастіше трапляється через послаблення зв'язок, які мають утримувати мищелок на місці. При цьому сусідні м'язи часто охоплюють судами і вони утримують мищелок у зміщеному положенні.

Вивихи СНЩС складають 1,5-5,7% усіх вивихів, трапляються частіше в жінок 20-40 років, бо зв'язковий апарат їх суглобів недостатньо міцний, а нижньощелепна ямка скреневої

кістки мілка [29, 34, 35]. В залежності від напрямку зсуву голівки нижньої щелепи вивихи бувають передні й задні. Останні трапляються рідко і зазвичай при ударах у підборіддя, при цьому нижня щелепа зміщується назад. Передні вивихи СНЩС бувають частіше, їх спричиняє надмірне опускання нижньої щелепи під час крику, при кашлі, позіханні, сміхові, в процесі їжі, при лікарських маніпуляціях з відкритим ротом – зондуванні шлунку, зуболікуванні [34]. Розрізняють односторонні й двосторонні вивихи СНЩС. Клінічно при односторонньому вивиху потерпілий не в змозі закрити рот, підборіддя зміщене вперед у здоровий бік, болі в привушних областях більш виражені з ураженого боку. При двосторонньому вивихові через неможливість закрити рот людина не може нормально говорити, турбують двосторонні привушні болі, гіперсалівація, підборіддя зсовується вперед, подовжуючи овал обличчя [34]. Існує цілий ряд методів лікування вивихів СНЩС, зокрема Гіппократа, Ходоровича П.В., Блехмана Г.Л., Гершуні Ю.Д., Попеску В., але загальний їх принцип однаковий: під місцевою анестезією адекватно розтягнути зв'язково-м'язовий апарат, поставити на місце голівки нижньої щелепи та іммобілізувати нижньощелепний суглоб на кілька тижнів [2, 8-10, 34]. У разі звичайного вивиху відбувається його мимовільне вправлення без лікарського втручання. Однак таким хворим слід пройти курс лікування в клініці ортопедичної стоматології [2, 34]. Складні й невірні вивихи СНЩС часто лікують хірургічно [11, 14].

Вивих меніска являє собою зсув меніска з поверхні суглобової голівки і заклинювання його між елементами скронево-нижньощелепного суглоба [3]. Вперше вивих меніска був описаний Аннандале в 1887 році [13]. Вивих меніска зустрічається значно рідше, ніж вивих і підвивих нижньої щелепи. Згідно з даними дослідження [3] серед захворювань скронево-нижньощелепного суглоба на вивих меніска припадає 12,4% звернень. При вивиху диска в більшості випадків він зміщується наперед, але зрідка буває й заднє зміщення [12, 23, 31]. Клінічні симптоми залежать від напрямку зміщення диска та його тяжкості. Зміщення меніска наперед викликає обмеження відкриття щелепи, біль у суглобах, клацання при відкриванні рота. Заднє зміщення створює дискомфорт та обмеження при закриванні рота і гострі оклюзійні зміни [12, 27]. Вивих меніска може варіюватися від зміщення диска вперед або назад і аж до його повного перелому [12, 27, 30]. Перелом диска скронево-нижньощелепного суглоба є маловідомим патологічним станом через його велику рідкість і трапляється зазвичай у людей старшого віку [12]. На вивихи меніска страждають пацієнти віком здебільшого 15-30 років, при цьому жінки втричі частіше за чоловіків [4]. Легковправні вивихи меніска СНЩС зустрічаються частіше, ніж тяжковправні й невірні (застарілі) [4]. Лікування патології спрямоване на відновлення нормального положення диска. «Схема лікування вивихів меніска включає в себе усунення етіологічного фактора, міогімнастичні вправи, застосування ортопедичних і ортодонтичних апаратів у комплексі з фізіотерапією; ортопедичне лікування, спрямоване на вправлення меніска в його фізіологічне положення з наступним відновленням сили і синхронності скорочення парних жувальних м'язів, зняттям спазму м'язів, відновленням плавності і узгодженості рухів суглобових головок нижньої щелепи та запобіганням рецидивів. Після досягнення свободи рухів у суглобі хворому виготовляється індивідуальний модифікований ортопедичний апарат для користування протягом 4-6 місяців» [4-6, 7 с.13]. У випадку невірних вивихів меніска доводиться застосовувати хірургічне втручання [4, 13, 18, 25, 26].

Зазвичай вивихи скронево-нижньощелепного суглоба та його менісків є компетенцією стоматологів, але якщо глянути на питання ширше і зосередитися на іннервації суглоба, то відкриваються додаткові можливості в плані мануального лікування даної патології. «Основні джерела іннервації СНЩС – вушно-скроневої, жувальний та крилоподібний нерви. Крім того, зовнішня поверхня капсули іннервується гілочкою лицьового нерва. У диску та капсулі суглоба проходять симпатичні волокна від сплетіння навколо поверхневої скроневої артерії, які виходять від верхнього шийного симпатичного вузла. Особливо багата іннервація в задньому відділі диска. Очевидно місцевий біль спричинений тиском голівки суглоба на цю ділянку. Концентрація нервових закінчень наявна в місцях кріплення м'язів. Багата рефлексогенна зона і в передньому відділі капсули. В зоні СНЩС перехрещуються нерви: вушно-скроневої, великий вушний, малий потиличний та вушна гілочка вагуса, яка має анастомози з язикоглотковим. Складна іннервація суглоба ускладнює диференційну діагностику обличчя і щелеп» [1, с.12]. Отже, оскільки іннервація СНЩС здійснюється від третьої гілки трійчастого нерва, а ядро його поверхневої (больової й тактильної) чутливості є прямим продовженням

задніх рогів спинного мозку і воно проходить через міст мозку, продовгуватий мозок та **два верхні шийні сегменти спинного мозку** [16, 36], то логічно припустити, що блокування саме шийних сегментів С1, С2 і ближнього С3 може бути тісно пов'язане з вивихом як самого СНЩС, так і особливо його меніска. А консервативне чи хірургічне лікування вивихів СНЩС і меніска без зняття блокування шийних сегментів хребта буде тривалим і недостатньо ефективним. Тому застосування мануальної корекції на блокованому шийному відділі хребта при вивихах СНЩС і меніска видається вкрай раціональним.

Мета даного дослідження – вивчити результати впливу мануальної терапії на вивихи скронево-нижньощелепного суглоба та його меніска.

Матеріали і методи.

Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр» у період із квітня 2016 по липень 2020 року загальним числом 19 пацієнтів із вивихами скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска, з них 12 хворих із вивихом скронево-нижньощелепного суглоба і 7 – із вивихом меніска скронево-нижньощелепного суглоба. Усі хворі дослідницької групи, окрім вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска, мали різні патології шийного відділу хребта і лікування включало поряд із вправленням вивихів мануальну корекцію цільових ділянок ший. Контрольна група з 20 осіб у той же період проходила консервативне лікування вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і меніска традиційними методами без використання мануальної корекції шийного відділу хребта.

Обстеження хворих у МЦ «Український Травмоцентр» передбачало проведення огляду ортопедом-травматологом мануальним терапевтом, а також, при необхідності, для уточнення локалізації патології, виконання рентгену, КТ, МРТ цільових ділянок обличчя та хребта. Мануальна діагностика СНЩС включала: визначення стану суглобової голівки ззовні і з боку слухового проходу в спокої і при русі нижньої щелепи, пальпацію доступних жувальних м'язів для визначення їх тону, виявлення наявності спазму та больових зон; проведення проб із навантаженням для аналізу рухів нижньої щелепи й оцінки прикусу.

Мануальна діагностика хребта передбачала ручну діагностику рухомості і «суглобової гри» дуговідросткових (фасеткових) суглобів за допомогою пасивних рухів і зміщень у різних площинах вісей руху хребта, а також спеціальні прийоми досліджень функціонального стану м'язової сфери і рухового стереотипу з метою визначення ділянок функціональної блокади рухових сегментів хребта [19-22, 28]. Вимірювання інтенсивності болю здійснювалося методом оцінки больових відчуттів за допомогою візуальної аналогової шкали (ВАШ). Позитивним результатом лікування вважалося зниження больового синдрому на 80% і більше.

У даній роботі ставилося завдання дослідити можливий зв'язок рецидивуючих вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска з патологічними станами верхніх сегментів шийного відділу хребта та визначити ступінь впливу мануальної корекції хребта на хід лікування вивихів СНЩС.

Лікування здійснювалося за авторською методикою С. Франка [19-22], в основу якої покладені кращі досягнення європейської школи мануальної терапії К. Левіта [28], розвинені й доповнені власними напрацюваннями автора і досягненнями українських колег. Європейська школа мануальної терапії К. Левіта бачить передумови для мануального лікування в порушенні функції рухової системи. Найбільш адекватний метод лікування зворотних функціональних обмежень руху – це маніпуляції [28, с. 20]. Мета маніпуляційного лікування полягає у відновленні функції суглоба в тих місцях, де вона загальмована (блокована) [28, с. 23]. Об'єктом маніпуляції є функціональні порушення, в основному блокування в суглобах. Під блокуванням розуміють обмеження руху в руховому сегменті [28, с. 20]. Авторська методика С. Франка захищена науковими публікаціями в європейській науковій медичній періодиці [19-22]. Суть методу полягає в застосуванні прийомів мануальної терапії (мобілізації, маніпуляції, тракції, форсованої флексії, пасивних вправ) в поєднанні, за потреби, з ударно-хвильовою терапією (УХТ). Використання цих двох компонентів у одній методиці дозволяє здобути синергетичний ефект [19-22].

Вказана методика після зібраного анамнезу передбачає:

- Уточнення пальпацією і, за потреби, датчиком УХТ локалізації блокованих сегментів і тригерних точок.

- Використання УХТ, за потреби, для зниження больової чутливості в цільових зонах, покращення трофічної функції нерва, посилення кровообігу на ділянці блокованого сегмента по ходу нерва, який турбує, в м'яких тканинах, у відростках кісток, суглобах і місцях, де нерв входить у вузькі канали (при цьому рівень енергії має утримуватися в максимальних комфортних для пацієнта межах).

- Застосування прийомів мануальної терапії на ділянках хребта в наступній послідовності: поступове зменшення зміщення й ротації окремих хребців дуги викривлення та торсії сегментів цієї дуги в зоні їх рухливості.

- Періодичне повторення вказаних процедур до отримання позитивного клінічного результату [19-22].

Даний метод успішно практикується протягом останніх п'ятнадцяти років для лікування також і вивихів ШНЦС та його меніска.

Результати та їх обговорення.

У період із квітня 2016 по липень 2020 року дослідницька група із 19 пацієнтів з легко- і тяжковправними вивихами скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска та патологіями верхніх сегментів шийного відділу хребта проходила лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр». Із 19 хворих 12 осіб (63,2%) мали вивих скронево-нижньощелепного суглоба, серед них 8 пацієнтів (66,7%) – односторонній і 4 (33,3%) – двосторонній; 9 пацієнтів (75%) – передній і 3 (25%) – задній; група налічувала 9 (75%) жінок у віці від 15 до 75 років (середній вік 36 років) і 3 чоловіків у віці від 18 до 79 років (середній вік 39 років). 8 із 12 хворих (66, 7%) страждали на рецидивуючий вивих скронево-нижньощелепного суглоба, з них 6 (75%) жінок і 2 (25%) чоловіків. 7 (36,8%) із 19 пацієнтів дослідницької групи мали вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба, з них 6 (85,7%) – передній і 1 (14,3%) – задній; в групі було 5 (71,4%) жінок віком від 17 до 56 років (середній вік 32 роки) і 2 (28,6%) чоловіків віком 24 і 32 років (середній вік 28 років). 4 (57,1%) із 7 хворих страждали на рецидивуючий вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба, з них 3 (75%) жінки і 1 (25%) чоловік. Всі пацієнти дослідницької групи мали діагностовані в МЦ «Український Травмоцентр» патології верхніх сегментів шийного відділу хребта, підтверджені МРТ. Ортопедичне лікування вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска полягало в адекватному розтягуванні зв'язково-м'язового апарату суглоба, вправлянні мищелка щелепи в суглобову ямку чи меніска в його фізіологічне положення. Замість подальшої традиційної примусової тривалої іммобілізації суглоба проводилася мануальна корекція блокувань верхніх сегментів шийного відділу хребта С1, С2, С3, розблокування яких відновлювало складну нормальну фізіологічну іннервацію складових ШНЦС. Відновлена нормальна фізіологічна іннервація ШНЦС в свою чергу поступово повертала силу й синхронність скорочень парних жувальних м'язів, знімала спазми м'язів, відновлювала плавність і узгодженість рухів суглобових голівок нижньої щелепи та запобігала рецидивам вивихів. Сеанси мануальної корекції верхніх сегментів шийного відділу хребта тривали до повного зняття блоків С1, С2, С3, їх кількість становила від 1 до 5, а загальна тривалість лікування від одного прийому до 1-2 місяців. Подальший моніторинг стану пацієнтів через кожні 6 місяців серед 8 осіб із рецидивуючим вивихом скронево-нижньощелепного суглоба та 7 осіб із рецидивуючим вивихом меніска скронево-нижньощелепного суглоба виявив протягом двох років спостережень по одному рецидиву кожної патології, відповідно 12,5% та 14,3%.

Контрольна група складала 20 осіб із легко- і тяжковправними вивихами скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска, з них 12 осіб (60%) із вивихами скронево-нижньощелепного суглоба, 9 (75%) односторонніх і 3 (25%) двосторонніх, 8 (66,7%) передніх і 4 (33,3%) задніх; в складі групи було 9 (75%) жінок віком від 17 до 82 років (середній вік 35 років) і 3 (25%) чоловіків віком від 16 до 73 років (середній вік 32 роки). 7 (58,3%) із 12 страждали на рецидивуючий вивих скронево-нижньощелепного суглоба, з них 5 (71,4%) жінок і 2 (28,6%) чоловіків. 8 (40%) із 20 хворих мали вивихи меніска скронево-нижньощелепного суглоба, з них 7 осіб (87,5%) – передні і 1 особа (12,5%) – задній. У складі групи було 6 (75%) жінок віком від 15 до 70 років (середній вік 33 роки) і двоє (25%) чоловіків віком 19 і 41 років (середній вік 30 років). 5 хворих (62,5%) страждали на рецидивуючий вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба, з них 4 (80%) жінки і 1 (20%) чоловік. Ортопедичне лікування вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска в контрольній групі полягало в адекватному розтягуванні зв'язково-м'язового апарату суглоба, вправлянні мищелка в

суглобову ямку чи меніска в його фізіологічне положення та іммобілізації нижньощелепного суглоба на кілька тижнів із подальшим встановленням обмежувальних апаратів різних конструкцій на термін від 2 до 6 місяців. Таким чином лікування вивиху нижньої щелепи тривало від 2-3 до 6-8 місяців. Кількість рецидивів за два роки спостережень становила 5 у групі з 7 рецидивуючих вивихів скронево-нижньощелепного суглоба і 4 в групі з 5 рецидивуючих вивихів меніска скронево-нижньощелепного суглоба, відповідно 71,4% та 80%.

З наведеної статистики порівняльного лікування хворих дослідницької і контрольної груп можна зробити наступні висновки:

- Вивихи скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска успішно піддаються мануальному лікуванню при поєднанні вправлення нижньої щелепи з подальшою мануальною корекцією патологій верхніх сегментів шийного відділу хребта

- Поєднання мануального лікування вивиху нижньої щелепи з мануальною корекцією шийного відділу хребта усуває причину вивиху – порушення іннервації СНЩС, яке веде до послаблення зв'язково-м'язового апарату суглоба

- Мануальне лікування вивиху нижньої щелепи дозволяє в 5-10 разів скоротити загальний термін лікування і в 7-8 разів – кількість рецидивів

Отже, проведене дослідження підтвердило доцільність консервативного лікування методами мануальної терапії вивихів СНЩС і його менісків. В порівнянні з іншими методами застосування мануальної терапії для цієї мети має ряд суттєвих переваг: це і відсутність побічної дії, безпечність, простота у використанні, швидке досягнення результату, неінвазивність, економічність, ефективність.

Таким чином, метод мануальної терапії в поєднанні з ударно-хвильовою терапією дозволяє надавати допомогу хворим із легко- і тяжковправними, а також рецидивуючими вивихами скронево-нижньощелепного суглоба і його меніска, які не отримали бажаного результату при використанні традиційних методів лікування.

Клінічний випадок №1

Пацієнтка М., жінка, 32 роки, менеджер. Вперше звернулася в МЦ «Український Травмоцентр» у травні 2016 р.

DS: Двосторонній передній тяжковправний рецидивуючий вивих скронево-нижньощелепного суглоба.

Скарги: Сильний біль у верхньому відділі навколоротових областей, неможливість закрити рот, рясне слиновиділення при сухому язичі, невиразна мова, зсунуте вперед підборіддя.

Анамнез захворювання: При лікуванні 7-го нижнього корінного зуба з широко відкритим ротом стався вивих скронево-нижньощелепного суглоба. Хвора страждає на дану рецидивуючу патологію 8 років, вивих часто провокується кашлем, сміхом, різкими рухами нижньої щелепи, зазвичай трапляється 3-4 рази на рік. Після кожного чергового вправлення суглоба з наступною його іммобілізацією триває 2-3 місячна реабілітація в спеціальному фіксуєчому апараті. Цього разу через дві години після вивиху СНЩС в кабінеті стоматолога пацієнтка вперше звернулася в МЦ «Український травмоцентр».

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом був діагностований двосторонній передній вивих скронево-нижньощелепного суглоба, підтверджений кількома попередніми однотипними результатами рентгенограм і томограм нижньої щелепи, виконаних у боковій проекції. Крім того були виявлені функціональні блоки в рухомих сегментах С1, С2, С3 шийного відділу хребта.

Лікування: В день звернення під місцевою анестезією був адекватно розтягнутий зв'язково-м'язовий апарат СНЩС та поставлені на місце голівки нижньої щелепи. Іммобілізація суглоба не проводилася. Була здійснена також мануальна корекція блокувань верхніх сегментів шийного відділу хребта С1, С2, С3. Пацієнтці надані рекомендації найближчі кілька днів вживати лише рідку їжу, не здійснювати різких рухів нижньою щелепою. Протягом двох наступних тижнів із інтервалами 3-4 дні було проведено ще 4 сеанси мануальної корекції сегментів С1, С2, С3 шийного відділу хребта до повного їх розблокування. Болі в суглобі припинилися відразу ж після вправлення вивиху, спазми м'язів проходили поступово, сила і синхронність скорочень парних жувальних м'язів та плавність і узгодженість рухів суглобових голівок нижньої щелепи відновлювалися по мірі розблокування верхніх сегментів шийного відділу хребта. Моніторинг стану пацієнтки протягом 2016-2020 років рецидивуючих вивихів СНЩС не зафіксував.

Клінічний випадок №2

Пацієнтка В., жінка, 20 років, солістка танцювального ансамблю. Вперше звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» у січні 2018 р.

DS: Передній правосторонній рецидивуючий вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба.

Скарги: Болі в області правого СНЩС, які посилюються при рухові нижньої щелепи, постійне клацання в правому суглобі, раптове блокування суглоба з різким болючим клацанням і обмеженням відкривання рота, зигзагоподібний рух нижньої щелепи, втомленість жувальних м'язів, біль і обмеження рухливості в шийному відділі хребта.

Анамнез захворювання: Пацієнтка пов'язує початок захворювання з падінням на репетиції в липні 2017 р. і травмуванням плечового суглоба та шийного відділу хребта, зокрема атланта. Через місяць після травми почалося наростаюче клацання в правому СНЩС при відкриванні рота і болі в суглобі, несиметричне відкривання рота, зміщення нижньої щелепи вліво і перекіс зверху до низу. Рентген, МРТ і КТ не виявили патологій у суглобі, було проведено курс фізіотерапевтичного лікування без покращень. У вересні 2017 р. пройшла місячний курс остеопатичного лікування після якого припинилося клацання в суглобі й послабилися болі, але вже в листопаді симптоматика почала наростати з новою силою, збільшилася асиметричність обличчя, погіршилися слух і зір, обмежилася рухливість шийного відділу хребта, різко посилилися болі в правому СНЩС. Була проведена двоконтрастна артрографія і МРТ СНЩС, на основі яких поставлено діагноз: передній правосторонній вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба і рекомендована хірургічна операція – меніскектомія. Перед її проведенням пацієнтка звернулася по консультацію в МЦ «Український Травмоцентр».

Клінічні дані: При огляді ортопедом-травматологом мануальним терапевтом був підтверджений діагноз передній правосторонній вивих меніска скронево-нижньощелепного суглоба і виявлені блокування верхніх сегментів С1, С2 шийного відділу хребта.

Лікування: Лікування патології спрямоване на відновлення нормального положення диска (меніска) СНЩС, для цього перш за все необхідно покращити його іннервацію. Тому спочатку було проведено два сеанси мануальної корекції блокувань сегментів С1, С2 шийного відділу хребта, що дозволило в подальшому досить безболісно із застосуванням місцевої анестезії мануальними методами відновити нормальне положення меніска між мищелком нижньої щелепи та суглобовою ямкою і суглобовим горбиком барабанної частини скроневої кістки. Надалі наступними трьома сеансами мануальної корекції були повністю розблоковані сегменти С1, С2 шийного відділу хребта, повернена нормальна фізіологічна іннервація зв'язково-м'язового апарату суглоба, що дозволило відновити силу і синхронність скорочення парних жувальних м'язів, зняти спазм м'язів, відновити плавність і узгодженість рухів суглобових голівок нижньої щелепи та запобігти рецидивам. В даному клінічному випадку мануальними методами вдалося уникнути: хірургічного втручання, довгострокового апаратного лікування, а також значно скоротити й полегшити термін реабілітації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артюшкевич А.С. (2014) Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология. Минск.: 1: 11-14.
2. Девдариани Д.Ш., Васильев А.В., Ипатова В.Я. (2011) Метод устранения привычного вывиха нижней челюсти // Клиническая стоматология.: 2: 52-53.
3. Петросов Ю.А., Сидоренко А.Н., Сеферян Н.Ю., Сеферян К.Г. (2007) Диагностика, клиника и ортопедическое лечение вывихов мениска височно-нижнечелюстного сустава. Современная ортопедическая стоматология.: 8. 106-112.
4. Сеферян К.Г. (2002) Ортопедическое лечение вывиха мениска височно-нижнечелюстного сустава. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Ставрополь.: 190.
5. Сеферян К.Г., Еричев В.Г. (2001) Дифференциальная диагностика вывиха мениска височно-нижнечелюстного сустава. Тезисы XXVIII научной конференции студентов и молодых ученых Юга России, Краснодар.: 108.
6. Сеферян К.Г., Еричев В.Г. (2001) Миогимнастические упражнения при вывихе мениска височно-нижнечелюстного сустава. Тезисы XXVIII научной конференции студентов и молодых ученых Юга России, Краснодар.: 109.
7. Сеферян К.Г. (2002) Ортопедическое лечение вывиха мениска височно-нижнечелюстного сустава. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Ставрополь.: 19.
8. Хватова В.А. (1982) Заболевания височно-нижнечелюстного сустава. – М.: Медицина: 160.

9. Хирургическая стоматология: учебник / Под общ. ред. В.В. Афанасьева. 2011. – М.: ГЭОТАР-Медиа.: 880.
10. Швырков М.Б. (2012) Способ лечения больных с хроническим вправляемым вывихом нижней челюсти // Стоматология.: 3: 42-45.
11. Agerberg G, Lunberg M (1971) Change in the temporo mandibular joint after surgical treatment. *Oral Surg.*; 32: 865 [Scopus] [PubMed] [Abstract] [Full Text PDF] [Google Scholar]
12. An S-Y, Jung S-Y (2014) Fracture of the articular disc in the temporomandibular joint: two case reports. *A Journal of Head & Neck Imaging. The British Institute of Radiology* <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140218>
13. Annandale T (1887) Displacement of the interarticular cartilage of the lower jaw, and its treatment by operation. *Lancet.*; 1: 411 [Scopus] [Abstract] [Google Scholar]
14. Dingman RO et al. (1975) Surgical correction of lesions of the temporomandibular joint. *Plast Reconstr Surg.*; 55: 335 [Scopus] [PubMed] [Crossref] [Google Scholar]
15. Dixon AD (1962) Structure and functional significance of the intra-articular disc of the human temporomandibular joint. *J Oral Surg.*; 15: 48 [Scopus] [Abstract] [Full Text PDF] [Google Scholar]
16. Donkelaar H. J. (2011) *Clinical Neuroanatomy: Brain Circuitry and Its Disorders.* – Springer.; 860 ISBN 978-3-642-19134-3.
17. Dworkin SF, Huggins KH, LeResche L, Von Korff M, Howard J, Truelove E, et al. (1990) Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders: clinical signs in cases and controls. *J Am Dent Assoc*; 120: 273–81. [PubMed] [Google Scholar]
18. Eriksson L, Westesson P (1985) Long term evaluation of meniscectomy of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.*; 43: 203 [Scopus] [Abstract] [Full Text PDF] [Google Scholar]
19. Frank Sergii. (2019). Experience in treating long-term effects of concussions and PTSD using manual therapy combined with shock wave therapy. *World Science.* 4(44), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30042019/6470.
20. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019). Manual Therapy as an Alternative Treatment for Panic Attacks. *World Science.* 8(48), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/31082019/6633.
21. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019) Manual Therapy in Treating Primary Nocturnal Enuresis. *World Science.* 11(51), Vol.2. doi:10.31435/rsglobal_ws/30112019/6775.
22. Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2020) Rehabilitation Treatment of Lumbarization-Related Pathologies Via Manual Therapy. *World Science.* 6(58), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062020/7113.
23. Gallagher DM. (1986) Posterior dislocation of the temporomandibular joint meniscus: report of three cases. *J Am Dent Assoc*; 113: 411–15. [PubMed] [Google Scholar]
24. Gallagher DM, Wolford LM (1987) Comparison of Silastic and Proplast implants in the temporomandibular joint after condylectomy for osteoarthritis. *J Oral Maxillofac Surg.*; 40: 267 [Google Scholar]
25. Hall DH (1985) Meniscectomy for damaged discs of the temporomandibular joint. *South Med J.*; 78: 569 [Scopus] [PubMed] [Crossref] [Google Scholar]
26. Kiehn CL (1952) Meniscectomy for internal derangement of temporomandibular joint. *Am J Surg.*; 33: 364 [Scopus] [Abstract] [Full Text PDF] [Google Scholar]
27. Kuribayashi A, Okochi K, Kobayashi K, Kurabayashi T. (2008) MRI findings of temporomandibular joints with disk perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 106: 419–25. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.11.020 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
28. Lewit K., Sachse J., Janda V. (1993) *Manual Medicine.* – М.: Medicine.
29. McCarty W.L., Farrar W.B. (1979) Surgery for internal derangements of the temporomandibular joint. *J. Prosthet. Dent.*; 42 (2): 191–196.
30. Melis M, Di Giosia M, Secci S. (2011) Temporomandibular joint disk fracture: a case report. *Cranio*; 29: 227–31. [PubMed] [Google Scholar]
31. Okochi K, Ida M, Honda E, Kobayashi K, Kurabayashi T. (2008) MRI and clinical findings of posterior disk displacement in the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 105: 644–8. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.07.034 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
32. Stegenga B, de Bont LG, Boering G. (1989) Osteoarthritis as the cause of craniomandibular pain and dysfunction: a unifying concept. *J Oral Maxillofac Surg*; 47: 249–56. [Crossref] [Medline] [ISI] [Google Scholar]
33. Tanaka E, Detamore MS, Mercuri LG (2008) Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *J Dent Res*; 87: 296–307. [Crossref] [Medline] [ISI] [Google Scholar]
34. Volkov S.I., Bogdanov A.O. (2016) Method for reduction of mandibular dislocation. *Upper Volga Medical Journal.*: Vol. 15: 3
35. Watatani K., Shirasuna K., Morioka S. et al. (1992) Surgical treatment using porous hydroxyl apatite blocks for severe habitual dislocation of the bilateral temporomandibular joint in patient with epilepsy. *J. Osaka Univ. Dent. Sch.*; 32: 1–5.
36. Wonil Joo, Fumitaka Yoshioka, Takeshi Funaki, Koji Mizokami, Albert L. Rhoton (2013) Microsurgical anatomy of the trigeminal nerve // *Clinical Anatomy.* Vol. 27.: 61-88. ISSN 08973806. doi:10.1002/ca.22330
37. Yun PY, Kim YK (2005) The role of facial trauma as a possible etiologic factor in temporomandibular joint disorder. *J Oral Maxillofac Surg*; 63: 1576–83. [Crossref] [Medline] [ISI] [Google Scholar]
38. Zhang ZK, Ma XC, Gao S, Gu ZY, Fu KY (1999) Studies on contributing factors in temporomandibular disorders. *Chin J Dent Res*; 2: 7–20. [Google Scholar]

DYNAMICS OF PHOSPHATE LEVEL AND ADAPTATION POTENTIAL IN THE IMPLEMENTATION OF THE ERAS-PROTOCOL IN OVERWEIGHT PATIENTS WITH A SURGICAL PROFILE

Dyachenko Hlib Dmytrovych,

Assistant, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6971-2263>

Volkova Yuliya,

Doctor of medical Sciences, Professor, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8000-5802>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7199

ARTICLE INFO

Received: 24 July 2020

Accepted: 03 September 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

overweight, intensive care, ERAS program, colecalciferol, phosphorus, adaptive potential, quality of life, prognosis.

ABSTRACT

The results of the treatment of overweight patients under the ERAS program are presented. When comparing different variants of the intensive care protocol, it is best to add colecalciferol and D-fructose-1,6-diphosphate sodium salt hydrate.

An increase in the amount of secretory active adipose tissue in the body is accompanied by a decrease in the bioavailability of vitamin D, a decrease in the level of 25 (OH) D in the blood increases the level of parathyroid hormone. The introduction of a planned surgical profile in overweight patients at the screening stage 10 days before surgery to determine the level of 25 (OH) D in the blood is a key point in deciding the possibility of a perioperative period under the ERAS program. Additional use to its classic protocol of colecalciferol (positive effect on long-term effects and is significant in the prediction process) and sodium D-fructose-1,6-diphosphate hydrate solution (directly affects the effect of rapid recovery after elective surgery) improves the quality of motor activity of patients after operations, increases their adaptive capacity by restoring lost muscle function. The optimized classical algorithm of the ERAS program significantly ($p < 0.05$) improved the quality of life in the long run (30 days after surgery), such as physical functioning, general health, viability scale, mental health (SF-36 scale) and reduced body mass index.

Citation: Dyachenko H. D., Volkova Yu. (2020) Dynamics of Phosphate Level and Adaptation Potential in the Implementation of the Eras-Protocol in Overweight Patients with a Surgical Profile. *World Science*. 7(59). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30092020/7199](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7199)

Copyright: © 2020 **Dyachenko H. D., Volkova Yu.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. It is known that the degree of obesity, determined by body mass index (BMI), and waist circumference are parameters associated with vitamin D3 deficiency [1]. An increase in the number of overweight people leads to an increase in the prevalence of vitamin D deficiency, which is associated with its deposition in subcutaneous fat and inaccessibility to the central bloodstream [2].

Deficiency of D-hormone leads to a decrease in the absorption of Ca^{2+} in the intestine and increase its leaching from the bones to maintain stable plasma concentrations, which is realized through the development of secondary hyperparathyroidism, increased parathyroid hormone synthesis

and the resulting activation of resorption and osteoporosis. It should be noted that the disruption of the normal functioning of the neuromuscular system may be due to a decrease in the level of D-hormone, because the conduction of nerve impulses from the motor nerves to the striated muscles and the contractility of the latter are Ca-dependent processes [3].

Also, the processes of calcium absorption and the required level of physical activity require adequate levels of vitamin D in the blood. Low serum vitamin D levels are associated with muscle weakness, increased bone fragility, and falls and fractures [4].

Vitamin D deficiency is associated with the development of diffuse muscle pain, muscle weakness, which is mainly observed in the proximal muscle group, as well as a decrease in the speed of movement. This symptomatology is due to the development of muscle atrophy, mainly muscle fibers of type II [5].

The proximal variant of muscle weakness in severe vitamin D deficiency may also be due to the development of secondary hyperparathyroidism and, accordingly, chronic hypophosphatemia [6].

Chronic hypophosphatemia can be caused by hormonal disorders, chronic diuretics, or other causes. The clinical picture depends on the time during which the depletion of phosphorus in the body, as well as the intensity of its deficiency. Chronic mild and moderate hypophosphatemia may be asymptomatic for a long time or manifested by bone pain and muscle weakness [7], altered mental status [8]. Occasionally, patients with mild hypophosphatemia may complain of weakness. In this case, it remains unclear whether the weakness is secondary to this condition, or is caused by the underlying disorder leading to the disease [9].

Since physical training and their impact on the body of a healthy person depends on the condition of muscles, including respiratory muscles, in patients after surgery, motor activity on pathogenetic changes is equated to the process of physical activity in healthy people, which is why any negative changes in the physiological state of the muscles are an obstacle to the implementation of the program of accelerated recovery after planned operations (ERAS-program).

Given that the adaptive capacity of the organism in many cases is determined by the nature and state of energy metabolism, it is of particular importance to address the issue of their optimization in determining patients with sarcopenic obesity. Thus, when determining patients at the stage of screening for vitamin D insufficiency / deficiency in the abdominal type of distribution of adipose tissue on the background of only excess body weight on the measured BMI, it is safe to say that the accumulation of fat in patients is due to reduced muscle mass. This makes it important to study their level of adaptation and energy potential at the initial level, which is directly related to the possibility of implementing the ERAS protocol.

It is known that phosphorus is involved in the formation of nucleic acids, nucleotides, phospholipids and other compounds, is involved in energy storage and transmission, in enzymatic processes, stimulates muscle contraction and is necessary to maintain the activity of neurons [10]. About 70-80% of phosphorus in the body is associated with calcium, forming the skeleton of bones and teeth, 10% is in the muscles and about 1% in the nervous tissue. The remaining part is contained in all cells of the body as a store of energy. Normally, about 1% of all phosphorus is in the blood [11]. Therefore, it was important to predict the possibility of implementing a program of accelerated recovery in patients was to determine the content of phosphates (inorganic phosphorus compounds) in the blood both at the screening stage and in the first three days of the postoperative period.

The aim of the study was to determine the adaptation potential in patients of surgical profile with excess weight in different variants of perioperative intensive care in the implementation of the ERAS protocol.

Materials and Methods. The basis of this study is the analysis of the results of a comprehensive clinical-instrumental and laboratory dynamic examination and evaluated the effectiveness of the proposed method of prevention and treatment in a cohort prospective randomized open clinical study in 122 patients with surgical herniological profile for a period of 1 day to 1 month after operation. Ethical aspects of the work were approved at a meeting of the commission on biomedical ethics of Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine (document №8 dated 10.12.2019). All patients signed an informed consent to participate in the study.

The study was conducted by random sampling. Patients of all groups were examined before surgery in accordance with the unified clinical protocol approved by the Ministry of Health of Ukraine, which was adapted to the ERAS program. The anamnesis was carefully studied, in particular,

the postponed surgical interventions, features of the premorbid background, concomitant diseases, use of drugs. The study included patients with ventral hernias of the anterior abdominal wall, which were determined by the classification of J. P. Chevrel and A. M. Rath (SWR classification) (1999). The vast majority, 80%, had hernias of large and giant sizes), the other 20% - medium hernias.

The conditions for selecting patients for the study were age 18-60 years, increased BMI (25.0-29.9) lasting more than 10 years, the presence of primary ventral hernia, obtaining informed consent, the absence of severe metabolic and somatic acute and chronic diseases, including number of kidney diseases, absence in the anamnesis of blood diseases, oncological diseases, aggravated heredity, alcoholism, mental disorders, allergic reactions, blood transfusions, use of immunocorrectors, glucocorticoid drugs, uniformity of examination, diagnosis and preoperative preparation of the patient, condition of patients on the ASA scale - II - 100% of patients.

All patients were examined 10 days before surgery. The conditions for admission to the study under the conditions of compliance with the inclusion criteria were fences 10 days before the blood test to determine the analysis of vitamin D concentration.

Exclusion criteria were age 18 and over 60 years, consultation with an endocrinologist about hyperlicemia, consultation with a dietitian or family doctor for weight gain, daily use of medication for any comorbidities, the patient's disagreement with the study. In order to randomize patients, anesthesia and surgical treatment were considered, including the size of the hernia and the degree of degenerative changes in the abdominal wall, which can lead to complications. General characteristics of patients are shown in table 1.

Table 1. General characteristics of patients, n = 122, M ± σ

Indicator	Value
Age, years	54,2±5,9
Body weight, kg	91,6±8,9
Height, cm	175,2±12,1
IMT	28,1±1,7
Duration of anesthesia, hours	2,06±0,04
Duration of operation, hours	2,29±0,19

Patients were divided into 3 groups. Group I, control group, 32 patients hospitalized before elective surgery for primary ventral hernia, by all criteria coincided with patients of groups II and III, but did not have in the complex of perioperative intensive care additional drugs that would promote the full introduction of ERAS -program.

Group II included 44 patients who were prescribed 7,000 IU / day of vitamin D (colecalciferol 14 drops) for 10 days 10 days before the planned operation to determine vitamin D deficiency / blood concentration <30 ng / ml - day with subsequent transition to prophylactic doses - 1000 IU (2 drops/day) daily for a long period under control of body weight and vitamin D levels in the blood. The frequency of use is due to the pharmacodynamics of the drug - it is known that the maximum concentration of 25 (OH) D in serum is observed 12 hours after a single dose and returns to baseline after 72 hours. The threshold value for inclusion of the patient in the study, namely the level of 25 (OH) D in the blood <30 ng/ml, was determined on the basis of data from modern medical professional organizations [12].

Group III included 46 patients who were prescribed 7000 IU / day of colecalciferol for treatment for 10 days and then 10 days before the planned operation in terms of determining the deficiency / deficiency of vitamin D - blood concentration <30 ng / ml transition prophylactic dose - 1000 MO daily for a long period under the control of body weight and vitamin D levels in the blood. Also to the IT algorithm, patients of group III were prescribed a solution of sodium salt of D-fructose-1,6-diphosphate hydrate intravenously 150 mg / kg of ideal body weight 2 times a day at a rate of 10 ml per minute in the first 3 days of the postoperative period in the same mode introduction.

Prior to inclusion in the study, each patient received informed consent, in which the checkpoints were the day 10 days before surgery, the 1st, 2nd, 3rd day of hospital stay, as well as the possibility of an active outpatient visit (contact by phone) within 30 days after surgery. At these stages, indicators were recorded that, according to many researchers, may hinder the timely implementation of ERAS. Thirty days after surgical treatment of the primary ventral hernia, all subjects underwent an active outpatient visit (telephone call) to assess quality of life using the SF-36 questionnaire.

To determine changes in the body, to determine the level of inorganic phosphorus (phosphates) was measured by photocolometric method on the analyzer KFK-2MP, the reference range of 0.87 - 1.45 mmol / l.

Patients' response to surgical stress was determined, which is important for predicting the implementation of the ERAS-program. Evaluated on the basis of hemodynamic parameters - systolic blood pressure, heart rate - level of adaptation (AP) formula Baevsky RM in the modification of Bersenev AP (1987, 1997) [13]:

AP (points) = 0,011 • heart rate + 0,014 • systolic blood pressure + 0,008 • diastolic blood pressure + 0,014 • age (years) + 0,009 • body weight (kg) - 0,009 • height (cm) - 0,27.

AP ≤ 2,1 – satisfactory adaptation, AP = 2,11 – 3,2 – stress in adaptation, LA = 3,32 – 4,3 – unsatisfactory adaptation, AP > 4,3 – failure of adaptation.

Methods of parametric statistics were used to process the obtained data (Glanz S., 1999). Statistical processing of data that were entered into Excel spreadsheets was performed. The significance of the obtained data was checked using Student's t-test (for n < 100) at a given level of reliability p = 0.95. To be able to use the Student's t test, the Fischer-Snedekor test was calculated - the ratio of the larger variance to the smaller. All mathematical operations and graphical constructions were performed using the software packages "Microsoft Office XP": "Microsoft XP Home" and "Microsoft Excel XP" on a personal computer.

Results of the research. Since one of the main factors regulating phosphorus metabolism is parathyroid hormone, which is produced in patients with secondary vitamin D levels due to prolonged sarcopenic obesity, the possibility of implementing an accelerated recovery program in patients I, II and III can be considered by studying the dynamics of phosphorus in the blood (Table 2).

Table 2. Dynamics of blood phosphate levels in patients of groups I, II and III

Phosphate level, mmol / l	Group I n = 32	Group II n = 44	Group III n = 46
Average starting level	1,08±0,19 mmol / l		
1 day	1,10±0,22	1,20±0,26	1,42±0,08
2 day	1,10±0,21	1,19±0,24	1,42±0,09*°
3 day	1,09±0,18	1,21±0,19	1,45±0,08*°

Note: * p < 0,05 – probable differences in relation to the average starting level;

° p < 0,05 – probable difference in relation to the figures of the control group.

When analyzing the data shown in table 2, it can be noted that at the time of screening, the average values of blood phosphates in all patients were in the range of control values, with the minimum values of this indicator in groups I, II and III was 0.91 mmol / l, 0.89 mmol / l and 0.87 mmol / l, and the maximum - 1.25 mmol / l, 1.29 mmol / l and 1.25 mmol / l, respectively, the average initial concentration was 1.08 ± 0.19 mmol / l.

Subsequently, in group I during the first three days of intensive care according to the classical program of accelerated recovery for patients with primary ventral hernias, the indicators of this indicator did not differ from the screening and were 1.10 ± 0.22 mmol / l, 1.10 ± 0.21 mmol / l and 1.09 ± 0.18 mmol / l on the 1st, 2nd f-th day of treatment, respectively. Given the dynamics of phosphatemia in patients in this group, it can be concluded that surgery, anesthesia and perioperative therapy alone do not affect phosphorus metabolism in the body.

In turn, in subjects of group II on the 1st day of hospital stay the level of phosphate in the blood serum was 1.1 ± 0.26 mmol / l, which was 10% higher than at the screening stage and in patients I groups. on the 2nd and 3rd day of hospital stay the dynamics of this indicator was the same and its indicators were 1.19 ± 0.24 mmol / l and 1.21 ± 0.19 mmol / l, respectively. In this case, a larger difference was found between the min-max digits of the studied marker compared with group I.

A completely different clinical and diagnostic picture was observed in patients of group III. Thus, on the first day of intensive care, the concentration of phosphates in the blood was 1.42 ± 0.13 mmol / l, which was 24% higher than the indicators of phosphatemia at the screening stage and on day 1 of treatment in patients of group I.

Subsequently, on the 2nd and 3rd days of hospital stay, the serum phosphate concentration was 1.42 ± 0.09 mmol / l and 1.45 ± 0.08 mmol / l, which is probably (p < 0.05) exceeded the average baseline level and probably (p < 0.05) exceeds the level of this indicator daily in group I.

When comparing the dynamics of phosphatemia in the studied groups II and III, the average values were exceeded by 20%, and if in group II no patient was determined by the number of phosphate levels in the blood, which would be in the upper limit of reference values, i.e. 1,45 mmol / l , in contrast, in group III in 30% of patients blood phosphates exceeded the upper limit of normal values.

Thus, it can be concluded that additional administration of colecalciferol to overweight patients lasting more than 10 years with preoperative screening deficiency / vitamin D deficiency has a positive effect on phosphate metabolism in the body and additional phosphate donor administration makes it more stable and long-lasting.

Given the fact that the total need for phosphate cannot be predicted by serum levels due to the fact that phosphate moves between many parts of the body, the concentration of total phosphorus consists of inorganic phosphorus (phosphates) and phosphorus basic organophosphorus compounds, and given the presence of subjects preliminary data on the possible development of sarcopenic obesity, it is important to determine the energy potential of cells and the level of adaptation, which is a general criterion for the interaction of energy potential and functionality of the patient. To do this, we studied the level of adaptation in patients of groups I, II and III on the 1st, 2nd and 3rd days of intensive care by calculating the adaptive potential of the organism by the method of Baevsky RM in modification Bersenev AP (1997) (table 3).

Table 3. Adaptive potential in patients of groups I, II and III
 AP ≤ 2,1 – satisfactory adaptation, AP = 2,11 – 3,2 – stress in adaptation, LA = 3,32 – 4,3 – unsatisfactory adaptation, AP > 4,3 – failure of adaptation.

Characteristics of adaptation	Group I, n = 32			The entire postoperative period
	1 day	2 day	2 day	
<2 – satisfactory adaptation	8 (25%) patients 1,9±0,2	8 (25%) patients 1,98±0,1	14 (44%) patients 1,96±0,1	2,96±0,2
2,1 – 3,2 – stress in adaptation	10 (31%) patients 2,78±0,4	10 (31%) patients 2,97±0,2	10 (31%) patients 3,1±0,1	
3,21-4,3 – unsatisfactory adaptation	14 (44%) patients 3,98±0,3	14 (44%) patients 4,1±0,2	8 (25%) patients 3,92±0,2	
>4,3 failure of adaptation	0	0	0	
Characteristics of adaptation	Group II, n = 44			The entire postoperative period
	1 day	2 day	2 day	
<2 – satisfactory adaptation	20 (45%) patients	20 (45%) patients	18 (41%) patients	2,75±0,2
2,1 – 3,2 – stress in adaptation	10 (23%) patients	14 (32%) patients	18 (41%) patients	
3,21-4,3 – unsatisfactory adaptation	14 (32%) patients	10 (23%) patients	8 (18%) patients	
>4,3 failure of adaptation	0	0	0	
Characteristics of adaptation	Group III, n = 46			The entire postoperative period
	1 day	2 day	2 day	
<2 – satisfactory adaptation	26 (57%) patients 1,82±0,04	40 (87%) patients 1,74±0,06	42 (91%) patients 1,71±0,02	2,17±0,07*
2,1 – 3,2 – stress in adaptation	14 (30%) patients 2,4±0,09	6 (13%) patients 2,3±0,1	4 (9%) patients 2,3±0,18	
3,21-4,3 – unsatisfactory adaptation	6 (13%) patients 3,28±0,07	0	0	
>4,3 failure of adaptation	0	0	0	

Note: * p<0,05 – probable difference in relation to the general indicator of adaptive potential of groups I and II.

In the analysis of data obtained in determining the adaptation potential of patients of groups I, II and III during the 1st, 2nd and 3rd days of the postoperative period, the probable ($p < 0,05$) relationships between the ability of patients to perform ERAS- program and components of intensive care.

Thus, when calculating the total number of points of adaptation potential for the entire observation period in patients of group III was found a probable ($p < 0,05$) difference from groups I and II, while between groups I and II there was no statistically significant difference, their total scores were 2.96 ± 0.2 points and 2.75 ± 0.2 points, respectively, indicating adaptation stress in patients in these groups throughout the follow-up period. In contrast, in group III, the overall indicators of this indicator were 2.17 ± 0.07 points, which was defined as satisfactory adaptation.

Analyzing the percentage of patients in group I with the appropriate number of points that characterize the adaptation as satisfactory / stressful / unsatisfactory, it can be noted that the first 48 hours of the postoperative period, internal redistribution by type of potential did not differ and was determined by 25% / 31% / 44% of patients. general description as "adaptation stress". On the 3rd day of intensive care, the redistribution of satisfactory / stress / unsatisfactory was slightly better, 44% / 31% / 25%, but in general in the study during the entire observation period the adaptive potential of the whole group as a general indicator of patients was at the level of stress. adaptive capabilities of the organism.

Analyzing the percentage of patients in group II with the appropriate number of points that characterize the adaptation as satisfactory / stressful / unsatisfactory, it can be noted that on the first day of treatment, when the distribution was 45% / 23% / 32%, almost 1/3 of patients had unsatisfactory adaptability, however, in contrast to group I (25%), satisfactory adaptation of the organism was determined in 45% of them. On days 2 and 3, hospital stays were positive only between stress / unsatisfactory performance, which was 32% and 23% and 41% and 18%, respectively. The overall adaptive potential of the whole group as a total indicator of patients was at the level of stress adaptive capacity of the organism throughout the observation period.

The percentage of patients of group III in the form of sharply positive dynamics of its indicators every following day of intensive care was interesting. Thus, on the 1st day of treatment the ratio of adaptive characteristics as satisfactory / stress / unsatisfactory was in 135, 30% and 57% of patients, respectively, on the 2nd day - 0%, 13% and 87%, on the 3rd - 0%, 9% and 91% of subjects. Given that in this group of patients the overall indicators of adaptation potential 2.17 ± 0.07 points were probably ($p < 0.05$) lower than in groups I and II against the background of relatively small differences between the indicators in the range of variations of patients daily, we can argue about the most successful of the proposed options for perioperative therapy, which undoubtedly contributes to the implementation of the program of accelerated recovery and can be used in everyday practice.

Discussion of results. Important is the fact that a significant element that promotes accelerated recovery in the postoperative period in the presence of sarcopenic obesity in the patient is the level of phosphatemia, which is indirectly a possible factor in predicting the energy potential of body cells. Additional administration of phosphate-containing drugs during the period when the patient needs to exercise, including during the introduction of ERAS-protocol in overweight patients after elective surgery, in which screening determines vitamin D deficiency / deficiency, is an important element of the patient's treatment algorithm. violation of the content of vitamin D causes metabolic changes, which in 100% of cases involve a violation of phosphorus metabolism in the body. It can also be predicted that the additional introduction of a phosphate source operates on the principle of feedback, ie increasing the level of phosphate in the blood reduces the secretion of parathyroid hormone.

Conclusions.

1. Based on current data, metabolic changes in the body, which are caused by the influence of the secretory function of adipose tissue as an independent endocrine organ, have a significant impact on the prognosis of the postoperative period. In patients with a surgical profile of overweight lasting more than 10 years, it is important to determine the level of vitamin D, phosphorus and calculate adaptive capabilities when planning patient management tactics after elective surgery, which directly affects the possibility of ERAS implementation and quality of life as remote treatment prognosis.

2. An increase in the amount of secretory active adipose tissue in the body is accompanied by a decrease in the bioavailability of vitamin D, a decrease in the level of 25 (OH) D in the blood increases the level of parathyroid hormone. The introduction of a planned surgical profile in overweight patients at the screening stage 10 days before surgery to determine the level of 25 (OH) D in the blood is a key point in deciding the possibility of a perioperative period under the ERAS

program. Additional use to its classic protocol of colecalciferol (positive effect on long-term effects and is significant in the prediction process) and sodium D-fructose-1,6-diphosphate hydrate solution (directly affects the effect of rapid recovery after elective surgery) improves the quality of motor activity of patients after operations, increases their adaptive capacity by restoring lost muscle function.

Conflict of interest. The authors do not declare a conflict of interest.

REFERENCES

1. Vanlint, S. (2013). Vitamin D and obesity. *Nutrients*, 5(3), 949-56. doi: 10.3390/nu5030949. PMID: 23519290; PMCID: PMC3705328.
2. Quarles, L. D. (2012). Role of FGF23 in vitamin D and phosphate metabolism: implications in chronic kidney disease. *Exp Cell Res*, 318(9), 1040104-8. doi: 10.1016/j.yexcr.2012.02.027. PMID: 22421513; PMCID: PMC3336874.
3. Nazare, J. A., Smith, J., Borel, A. L., Aschner, P., Barter, P., Van Gaal, L., et al. (2015). Usefulness of measuring both body mass index and waist circumference for the estimation of visceral adiposity and related cardiometabolic risk profile. *Am J Cardiol*, 115, 307–315.
4. Migliaccio, S., Di Nisio, A., Mele, C., Scappaticcio, L., Savastano, S., Colao, A. (2019). Obesity Programs of nutrition, Education, Research and Assessment (OPERA) Group. Obesity and hypovitaminosis D: causality or casualty? *Int J Obes Suppl*, 9(1), 20-31. doi: 10.1038/s41367-019-0010-8. PMID: 31391922; PMCID: PMC6683181.
5. Dzik, K. P., Kaczor, J. J. (2019). Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur J Appl Physiol*, 119(4), 825-839. doi: 10.1007/s00421-019-04104-x.
6. Picard, M., McEwen, B. S., Epel, E. S., Sandi, C. (2018) An energetic view of stress: Focus on mitochondria. *Front Neuroendocrinol*, 49, 72-85. doi: 10.1016/j.yfrne.2018.01.001. Epub 2018 Jan 12. PMID: 29339091; PMCID: PMC5964020.
7. Silva Filho, A. L., Santiago, A. E., Derchain, S. F., Carvalho, J. P. (2018). Enhanced Recovery After Surgery (ERAS): New Concepts in the Perioperative Management of Gynecologic Surgery. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 40(8), 433-436. doi: 10.1055/s-0038-1668581.
8. Gustafsson, U.O., Scott, M.J., Hubner, M., Nygren, J., Demartines, N., Francis, N. (2019). Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: 2018. *World J Surg*, 43(3), 659-695. doi: 10.1007/s00268-018-4844-y. PMID: 30426190.
9. Kim, J.Y., Wie, G.A., Cho, Y.A., Kim, S.Y., Sohn, D.K., Kim, S.K. (2018). Diet Modification Based on the Enhanced Recovery After Surgery Program (ERAS) in Patients Undergoing Laparoscopic Colorectal Resection. *Clin Nutr Res*, 7(4), 297-302. doi: 10.7762/cnr.2018.7.4.297. PMID: 30406059; PMCID: PMC6209732.
10. Lee, J.Y., Imel, E.A. (2013). The changing face of hypophosphatemic disorders in the FGF-23 era. *Pediatr Endocrinol Rev*, 10(2), 367-79. PMID: 23858620; PMCID: PMC4170520.
11. Zhao, Y., Li, Z., Shi, Y., Cao, G., Meng, F., Zhu, W. (2016). Effect of hypophosphatemia on the withdrawal of mechanical ventilation in patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Biomed Rep*, 4(4), 413-416. doi: 10.3892/br.2016.605. PMID: 27073623; PMCID: PMC4812158.
12. Kanis, J., McCloskey, E., Johansson, H. (2013). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 24(1), 23-57. doi: 10.1007/S00198-012-2074-y.
13. Baevsky, R.M., Berseneva, A.P. (1993). Pre-nosological diagnostics in health state evaluation. *Valeologiya*, p. 131. [in Russian].

РЕЗУЛЬТАТИ ВПЛИВУ МАНУАЛЬНОЇ КОРЕКЦІЇ ПЕРЕКОСУ ТАЗА НА ПЕРЕБІГ ОНІХОКРИПТОЗУ

Сергій Франк,

Ортопед-травматолог, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0053-6898>

Михайло Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5145-9290>

Георгій Франк,

Інтерн, мануальний терапевт, МЦ «Український Травмоцентр», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2377-1337>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7200

ARTICLE INFO

Received: 25 July 2020

Accepted: 07 September 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

onychocryptosis, pelvic tilt, manual therapy, shock-wave therapy.

ABSTRACT

The study conducted proves that pelvic tilt is one of the root causes of onychocryptosis. Recovering the correct position of pelvic bones via manual methods restores the symmetrical position of the nail edge in the lateral nail fold of a toe, thus preventing any damage to the soft tissues of the lateral nail fold which is what causes onychocryptosis in the first place. By correcting pelvic bone imbalance via manual methods, we can therefore eliminate onychocryptosis without even touching the affected toe.

Citation: Sergii Frank, Michael Frank, George Frank. (2020) Effects of Manual Correction of Pelvic Tilt on the Course of Onychocryptosis. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7200

Copyright: © 2020 **Sergii Frank, Michael Frank, George Frank.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Оніхокриптоз, або врослий ніготь, є найпоширенішим захворюванням нігтів [3], в ICD-10 версія 2019 р. описується кодом L60.0, в ICD-11 версія 2019 р. – кодом EE13.1. В загальній популяції ця патологія спостерігається в 2,5-5% населення [3, 4] і локалізується здебільшого на великому пальці ноги [1, 3], ураження одного чи двох латеральних країв якого трапляється вдвічі частіше, ніж медіальної частини [3, 4, 6]. Оніхокриптоз більш поширений у чоловіків (62%), ніж у жінок (38%), хоча дана недуга буває в пацієнтів усіх вікових груп, але найхарактерніша вона для дітей і підлітків до 20 років [19, 20]. Причинами захворювання вважають закруглене обрізання нігтів часто непридатними для цього інструментами [3, 5, 23], оніхофагію (стосовно нігтів рук) [19, 20], гіпергідроз [3, 19, 20], носіння невідповідного взуття [3, 19, 20], пряму травму [3, 19, 20], біомеханічні зміни [2, 3, 4, 19, 20], патологічне викривлення нігтьової пластини [3, 17, 19, 20, 23], хірургічні ятрогенні стани [19, 20], надмірну вагу [3, 19, 20], довший за інші перший палець [19, 20]. Зрідка буває і вроджений оніхокриптоз, його пов'язують із внутрішньоматковою травмою чи спадковою передачею [16, 19, 20].

Існує чимало теорій, які пояснюють причини виникнення оніхокриптозу, однак найпоширеніша полягає в тому, що вросання нігтя відбувається, коли край нігтьової пластини своїм гострим кінцем проколює м'яку тканину і врослає в латеральний нігтьовий валик, який оточує її зверху і знизу, викликаючи при цьому болюче запалення і призводячи до утворення грануляційної тканини [3, 6, 15]. Додаткове ж навантаження на травмовану зону ще більше сприяє такому проникненню [3, 5]. Це додаткове навантаження може бути пов'язаним як із

зовнішніми факторами, наприклад тісним та незручним взуттям, так і з суто внутрішніми чинниками, які притаманні конкретному людському організмові тут і зараз, наприклад із ожирінням чи перекосом таза. Якщо при ожирінні додаткове навантаження через збільшення маси тіла діє переважно по вертикальній осі, то при перекосі таза зростає постійне крок за кроком діюче навантаження на одну ногу, а відповідно й палець, і не лише по вертикалі, а й під кутом перекоосу таза. Зовні результати впливу перекоосу таза на нижню кінцівку можна візуалізувати по косих однобічних натоптнях на стопі. Такий же невидимий оку перекоіс загостреного кінця нігтя відбувається і в боковій пазусі латерального валика, при цьому несиметрично змінюється боковий проміжок між кінцем нігтя і м'якою тканиною бокової пазухи, що сприяє первинній травматизації. Таким чином перекоіс таза часто можна розглядати не лише як додаткове навантаження, що підсилює прогресування оніхокриптозу, а і як першопричину його виникнення.



Рис. 1. Схема пальця

Врослий ніготь викликає біль у пальці та спричинює різний ступінь дискомфорту: від незручностей при ходінні аж до втрати можливості ходити взагалі – залежно від стадії захворювання. В 1937 р. Хейфіц класифікував оніхокриптоз на три стадії [13, 20], в 2002 р. Мозена доповнив класифікацію четвертою стадією [20, 21]: I – запальна стадія (характеризується наявністю еритеми, незначним набряком і болем при натисканні на латеральний нігтьовий валик) [13, 20]; II – стадія абсцесу (посилення болю, набряку, збільшення еритеми, гіперестезія, можливі витікання сироватки та інфекція, гіпертрофічна складка перевищує нігтьову пластину і має розмір понад 3 мм) [13, 20]; III – на цій стадії симптоми ускладнюються грануляційною тканиною і хронічною гіпертрофією нігтьового валика, які значною мірою покривають нігтьову пластину [13, 20]; IV – серйозна хронічна деформація нігтів із утворенням дистальної гіпертрофії [20, 21].

Діагноз оніхокриптозу встановлюється на основі клінічних особливостей і не потребує лабораторних чи рентгенологічних досліджень; лікування, залежно від стадії захворювання, здійснюється консервативне чи хірургічне. Консервативне лікування рекомендовано на I-II стадіях захворювання, хірургічне – на III-IV [1, 14].

Серед консервативних методик лікування оніхокриптозу можна назвати введення ватного гноту, зубної нитки, шини з вінілової трубки під врослий край нігтя, щоб відділити його від бокової пазухи латерального валика, куди він вріс. Використовують також процедуру тейпування, при якій із допомогою стрічки, скрученої навкруг пальця, прагнуть відвести вражену бокову пазуху латерального валика від контакту з врослим краєм нігтя. Також із допомогою еластичної проволочки, введеної через проколи в нігтеві на його дистальному кінці, прагнуть поступово розрівняти нігтьову пластину. Це далеко не всі способи консервативного лікування оніхокриптозу [3, 6, 15, 25].

Існують різні техніки хірургічного втручання для лікування оніхокриптозу кінцевою метою кожної з яких є повне відновлення нігтьового апарату як із функціонального, так і з естетичного боку, крім того ставиться завдання якомога швидшого повернення до нормальної життєдіяльності з низькою частотою рецидивів. На сьогодні немає наукових доказів існування єдиної техніки, яка б задовольняла ці вимоги – в кожному випадку це процедура вибору [20]. Водночас в американській і європейській медицині найчастіше віддають перевагу фенол-

спиртовій технології, бо вона добре вивчена і відпрацьована, демонструє високі показники ефективності від 80% до 95% при низькому рівні рецидивів [20], прийнятна для використання при супутньому діабеті, не вимагає складних інструментів, має широкий спектр показань, всебічно висвітлена в дерматологічній і подіатричній медичній літературі [11, 14, 20], але водночас використовує токсичний фенол, передбачає надто тривалий термін реабілітації від 2 до 5 тижнів [1, 20] і є досить травматичною для пацієнта. Дещо рідше в подіатричній практиці використовують замість фенолу гідроксид натрію, його токсичність і руйнівний вплив на тканини нижчий, але нижчий і лікувальний ефект [20, 22]. Є ще один реагент, який застосовують при хімічній частковій матриксектомії – трихлоротцова кислота, але її використання більш обмежене [3]. Існує багато прихильників простого механічного видалення матриці кюреткою або скальпелем, цей ефективний спосіб часткової механічної матриксектомії дає менше ускладнень, інфікувань і має коротший термін загоєння [20, 24], але болючий і викликає значне число рецидивів [20]. Відсічення ураженого нігтя і тотальна матриксектомія є радикальним вирішенням проблеми вrostання нігтя і використовується на IV стадії захворювання [3]. Техніка висічення нігтьового валика із м'яких тканин не стосується безпосередньо нігтя, вона полягає у видаленні значної частини уражених м'яких тканин із повним збереженням нігтьової структури і буває корисною при певних патологіях [3]. Інші нові методи матриксектомії: електрокаутеризація, радіочастотна абляція, абляція вуглекислотним лазером – ефективні, але досить вартісні [3, 12, 15, 20, 23, 26, 27].

Вибір способу лікування оніхокриптозу залежить від стадії захворювання, загального стану пацієнта, супутніх патологій, професійних уподобань лікаря та побажань і фінансових можливостей хворого. В медичному центрі «Український травмоцентр» при лікуванні хворобливих станів, викликаних перекосом таза, побіжно відбувається й позбавлення пацієнтів від такого болючого й тяжковилікового та часто рецидивуючого захворювання як оніхокриптоз.

Мета даного дослідження – вивчити результати впливу мануальної терапії на перебіг оніхокриптозу.

Матеріали і методи.

Проведено ретроспективний аналіз результатів лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр» у період із січня 2019 по березень 2019 року загальним числом 65 пацієнтів із оніхокриптозом I-II стадії та ідіопатичним сколіозом. Вибірка хворих здійснювалася шляхом проведення медичного огляду учнів двох загальноосвітніх шкіл м. Києва задля виявлення сколіотичних відхилень і оніхокриптозу. Всього було оглянуто 1635 дітей віком від 6 до 17 років. Серед них ідіопатичний сколіоз і сколіотичну поставу мали 164 учні, на оніхокриптоз I-II стадії страждало 65 дітей (з них 38 на рецидивуючий), III стадії рецидивуючий – 1 дитина. Всі 66 хворих на оніхокриптоз дітей мали сколіотичні відхилення і страждали на перекіс тазу.

Обстеження хворих у МЦ «Український Травмоцентр» передбачало проведення огляду ортопедом-травматологом мануальним терапевтом, а також, при необхідності, для уточнення локалізації патології, виконання рентгену, КТ, МРТ (стосовно патологій хребта). Діагноз оніхокриптозу встановлювався на основі клінічних особливостей і на стадіях I-II не потребував лабораторних чи рентгенологічних досліджень. Мануальна ж діагностика хребта передбачала ручну діагностику рухомості і «суглобової гри» дуговідросткових (фасеткових) суглобів за допомогою пасивних рухів і зміщень у різних площинах вісей руху хребта, а також спеціальні прийоми досліджень функціонального стану м'язової сфери і рухового стереотипу з метою визначення ділянок функціональної блокади рухових сегментів хребта [7-10, 18]. Вимірювання інтенсивності болю здійснювалося методом оцінки больових відчуттів за допомогою візуальної аналогової шкали (ВАШ). Позитивним результатом лікування вважалося зниження больового синдрому на 80% і більше.

У даній роботі ставилося завдання дослідити можливий зв'язок рецидивуючого оніхокриптозу з перекосом таза при наявності ідіопатичного сколіозу та визначити ступінь впливу мануальної корекції перекоосу таза на лікування оніхокриптозу.

Лікування оніхокриптозу здійснювалося в комплексі з лікуванням ідіопатичного сколіозу і складало лише певну його долю – в частині усунення перекоосу таза. Лікування здійснювалося за авторською методикою С. Франка [7-10], в основу якої покладені кращі досягнення європейської школи мануальної терапії К. Левіта [18], розвинені й доповнені власними напрацюваннями

автора і досягненнями українських колег. Європейська школа мануальної терапії К. Левіта бачить передумови для мануального лікування в порушенні функції рухової системи. Найбільш адекватний метод лікування зворотних функціональних обмежень руху – це маніпуляції [18, с. 20]. Мета маніпуляційного лікування полягає у відновленні функції суглоба в тих місцях, де вона загальмована (блокована) [18, с. 23]. Об'єктом маніпуляції є функціональні порушення, в основному блокування в суглобах. Під блокуванням розуміють обмеження руху в руховому сегменті [18, с. 20]. Авторська методика С. Франка захищена науковими публікаціями в європейській науковій медичній періодиці [7-10]. Суть методу полягає в застосуванні прийомів мануальної терапії (мобілізації, маніпуляції, тракції, форсованої флексії, пасивних вправ) в поєднанні, за потреби, з ударно-хвильовою терапією (УХТ). Використання цих двох компонентів у одній методиці дозволяє здобути синергетичний ефект [7-10].

Вказана методика після зібраного анамнезу передбачає:

- Уточнення пальпацією і, за потреби, датчиком УХТ локалізації блокованих сегментів і тригерних точок.

- Використання УХТ, за потреби, для зниження больової чутливості в цільових зонах, покращення трофічної функції нерва, посилення кровообігу на ділянці блокованого сегмента по ходу нерва, який турбує, в м'яких тканинах, у відростках кісток, суглобах і місцях, де нерв входить у вузькі канали (при цьому рівень енергії має утримуватися в максимальних комфортних для пацієнта межах).

- Застосування прийомів мануальної терапії на ділянках хребта в наступній послідовності: поступове зменшення зміщення й ротації окремих хребців дуги викривлення та торсії сегментів цієї дуги в зоні їх рухливості.

- Періодичне повторення вказаних процедур до отримання позитивного клінічного результату [7-10].

Даний метод успішно практикується протягом останніх п'ятнадцяти років для лікування також і оніхокриптозу.

Результати та їх обговорення.

У період із січня 2019 по березень 2019 року дослідницька група з 65 пацієнтів із оніхокриптозом I-II стадії проходила лікування методами мануальної терапії в МЦ «Український Травмоцентр». Вибірка хворих здійснювалася шляхом проведення медичного огляду учнів двох загальноосвітніх шкіл м. Києва задля виявлення сколіотичних відхилень і оніхокриптозу. Всього було оглянуто 1635 дітей віком від 6 до 17 років (середній вік 12 років). Серед них ідіопатичний сколіоз і сколіотичну поставу мали 164 учні (10%), на оніхокриптоз I-II стадії страждало 65 (4%) дітей, з них 38 (58,5%) – на рецидивуючий, III стадії – 1 дитина (0,06%). Всі 66 хворих на оніхокриптоз (100%) мали сколіотичні відхилення і страждали на перекіс таза. Один хворий з III стадією рецидивуючого оніхокриптозу був скерований на хірургічне лікування, 65 дітей із I-II стадією захворювання отримували мануальну корекцію перекосу таза в МЦ «Український Травмоцентр». В дослідницькій групі було 24 дівчинки (37%) і 41 хлопчик (63%). У 11 дівчаток (45,8%) і 23 хлопчиків (56,1%) був діагностований оніхокриптоз II стадії, у 13 дівчаток (54,2%) і 18 хлопчиків (43,9%) – оніхокриптоз I стадії. У 38 дітей (58,5%), із них у 12 дівчаток (50%) і 26 хлопчиків (68,4%), спостерігався рецидивуючий оніхокриптоз.

Лікування оніхокриптозу та ідіопатичного сколіозу здійснювалося в комплексі, але лише в тій частині допоки йшлося про усунення перекосу таза, який викликає як сколіоз так і оніхокриптоз. В даній роботі досліджувалася правомірність припущення, що першопричиною або однією з причин виникнення вросання нігтя є саме перекіс таза, адже він спричиняє підвищене навантаження на одну з ніг, а отже й на палець, не лише в напрямку вертикальної осі, а й під кутом у бік перекосу таза і тому зміщує симетричне розташування загостреного краю нігтя в боковій пазусі латерального валика, що й викликає прокол і порушення цілісності м'якої тканини латерального валика. Подальші ж маніпуляції на блокованих сегментах хребта спрямовані лише на усунення сколіотичних порушень і до лікування оніхокриптозу не мали стосунку. Зазвичай нормальне положення таза відновлювалося 1-2 його мануальними корекціями, подальше лікування було спрямоване на боротьбу зі сколіозом. Жодних додаткових процедур щодо врослого нігтя не проводилося. Однак протягом 2-3 тижнів у всіх 65 випадках оніхокриптозу (100%) всі прояви захворювання повністю зникли. Станом на кінець періоду комплексного лікування в березні 2019 р. рецидиви не виникали. За період подальшого

спостереження з березня 2019 р. по серпень 2020 р. включно відмічено 6 (9,2%) повторних звернень пацієнтів із рецидивами вrostання нігтя, по одному випадку в 6 пацієнтів, при цьому всі вони були пов'язані з повторним перекосом таза, який зазвичай часто трапляється в процесі росту дитини. Після одноразової мануальної корекції таза і відновлення нормального фізіологічного положення його кісток протягом тижня зникали прояви оніхокриптозу без будь-якого додаткового втручання. Всі ж інші 59 (90,8%) із 65 пацієнтів протягом 2019-2020 рр. із інтервалом один раз на 6 місяців проходили моніторинг стану, випадки повторного перекосу таза і рецидиви оніхокриптозу в них не зафіксовані.

З наведеної статистики лікування хворих дослідницької групи можна зробити наступні висновки:

- Припущення, що першопричиною або однією з причин виникнення вrostання нігтя є саме перекіс таза, знайшло своє підтвердження
- Мануальна корекція перекосу таза є ефективним методом швидкого і безболісного позбавлення від оніхокриптозу
- При мануальній корекції перекосу таза рецидиви оніхокриптозу внаслідок повторного його перекосу траплялися в 9,2% випадків проти 58,5% при традиційному лікуванні
- Підтримання таза в нормальному фізіологічному стані запобігає рецидивам оніхокриптозу
- Мануальна корекція перекосу таза вдвічі скорочує загальний термін позбавлення від оніхокриптозу і в 6,4 рази знижує рецидиви

Отже, проведене дослідження підтвердило доцільність і ефективність використання методів мануальної терапії в боротьбі з оніхокриптозом. В порівнянні з іншими методами застосування мануальної терапії для цієї мети має ряд суттєвих переваг: це і відсутність побічної дії, безпечність, простота у використанні, швидке досягнення результату, неінвазивність, економічність, ефективність. Таким чином, метод мануальної терапії в поєднанні з ударно-хвильовою терапією дозволяє надавати допомогу хворим із I-II стадією оніхокриптозу, а також запобігати рецидивам захворювання.

Клінічний випадок №1

Пацієнт К., 12 років, хлопчик, учень школи. Вперше звернувся в МЦ «Український травмоцентр» в січні 2019 р., скерований на лікування після медичного огляду в школі.

DS: Ідіопатичний сколіоз, оніхокриптоз II стадії, перекіс таза.

Скарги: Протягом двох років рецидивуюче вrostання нігтя великого пальця лівої ноги, почервоніння, набряк, нагноєння, сильні болі в місці набряку, неможливість носити взуття по розміру, накульгування на ліву ногу, болі в нозі від стегна до стопи. Болі в шії і в спині на рівні поперека.

Анамнез захворювання: Вперше вrostання нігтя з почервонінням пальця, набряком і нагноєнням з'явилося у віці 10 років. Було призначено лікування компресами з Димексидом. За 1-2 тижні запалення вдавалося зняти, але через один-два місяці воно поверталось знову. Почали турбувати болі не лише великого пальця лівої ноги, а й зони від стегна до стопи з вивертанням стопи всередину. Додалися періодичні болі в шії і в спині. З вrostанням нігтя був скерований у поліклініку «Охмадит», де пройшов кілька курсів лазерного лікування оніхокриптозу, але рецидиви захворювання періодично повторювалися. На медичному огляді в школі в січні 2019 р. ортопедами-травматологами мануальними терапевтами МЦ «Український травмоцентр» був поставлений діагноз: ідіопатичний сколіоз, оніхокриптоз II стадії, перекіс таза та для деталізації діагнозу й подальшого лікування було рекомендовано звернутися в центр.

Клінічні дані: При обстеженні хворого в положенні лежачи на животі спостерігався лівосторонній перекіс кісток таза, тобто відхилення таза від горизонталі у фронтальній площині, зі скручуванням. За рахунок цього права нога візуально здавалася коротшою за ліву на 2 см, хоча анатомічно кінцівки були однакові. Через перекіс таза взаємоперпендикулярна йому вісь хребта, відновлюючи строго вертикальне положення під дією сил гравітації, викривлялася, створюючи при цьому нерівномірний розподіл навантаження в середині хребта і надлишковий тиск на деякі його точки, що й викликало сколіотичні зміни хребта. На стопі лівої ноги спостерігався скошений всередину натоптень, стопа виверталася всередину, на великому пальці лівої ноги візуалізувалося вrostання нігтя в стадії абсцесу, набряк, еритема, гіперестезія, гіпертрофічна складка перевищувала нігтьову пластину на 3,5 мм.

Лікування: В січні-лютому 2019 року проведено один курс мануальної корекції із 5 сеансів. Першими двома сеансами методами мануальної терапії, закладеними в авторській методиці С. Франка, було подолано перекіс таза. Вже перед другим сеансом візуальна різниця між п'ятами в положенні лежачи на животі скоротилася з 2 см до 0,5 см, стопа лівої ноги всередину не виверталася, ослабли болі в нозі і спині. Перед третім сеансом п'яти обох ніг були на одному рівні, стопи обох ніг – паралельними. Третій – п'ятий сеанси мануальної корекції були спрямовані на подолання сколіотичних викривлень хребта. Курс лікування сколіозу і оніхокриптозу тривав загалом 40 днів, з них лікування обох патологій водночас складало 2 сеанси з перервою в один день (всього три дні). Спостереження за процесом реабілітації оніхокриптозу впродовж всього сорокаденного курсу лікування сколіозу показали, що всі запальні прояви врослого нігтя припинилися за два тижні з початку лікування і більш не відновлювалися. Повторно пацієнт звернувся в МЦ «Український Травмоцентр» через 6 місяців у серпні 2019 р. з рецидивом врослого нігтя, на обстеженні в ортопеда-травматолога мануального терапевта був знову виявлений перекіс таза, що й призвело до відновлення оніхокриптозу. Одним сеансом мануальної корекції кісток таза вдалося відновити його нормальне фізіологічне положення, через тиждень прояви оніхокриптозу зникли і впродовж наступного року не з'являлися. Отже, в процесі росту організму положення таза нерідко втрачає стабільність і трапляється його перекіс. Батькам дитини треба ретельно за цим слідкувати і в разі рецидиву вчасно звертатися до профільного спеціаліста, цим вдасться запобігти розвитку і прогресуванню не тільки сколіозу, а й супутнього йому оніхокриптозу.

Клінічний випадок №2

Пацієнтка В., 8 років, дівчинка, учениця школи. Вперше звернулася в МЦ «Український травмоцентр» в січні 2019 р., скерована на лікування після медичного огляду в школі.

DS: Сколіотична постава, оніхокриптоз I стадії, перекіс таза.

Скарги: Протягом року турбує почервоніння і набряклість великого пальця правої ноги, особливо при натисканні на нього і носінні взуття по нозі. Нemoжливість відвідувати танцювальний гурток через біль у пальці.

Анамнез захворювання: В першому класі батьки звернули увагу на формування в дитини сколіотичної постави, тому записали дівчинку в танцювальний гурток. Після місяця занять дитина почала скаржитися на почервоніння, набряклість і біль великого пальця правої ноги в зоні виходу загостреного кінця нігтя з бокової пазухи латерального валика з внутрішнього боку пальця. За рекомендацією дитячого лікаря дівчинці щоденно робили ванночки хворого пальця почергово розчинами $KMnO_4$ і $NaCl$, за тиждень-два біль, почервоніння й набряклість пальця проходили, дитина поверталася до занять у гуртку і все повторювалося знову. Після річних спроб адаптуватися до занять танцями від них довелося відмовитися через рецидивуючий оніхокриптоз. На медичному огляді в школі в січні 2019 р. спеціалістами МЦ «Український травмоцентр» був поставлений діагноз: сколіотична постава, оніхокриптоз I стадії, перекіс таза і для деталізації діагнозу та подальшого лікування рекомендовано звернутися в центр.

Клінічні дані: При обстеженні дитини ортопедом-травматологом мануальним терапевтом був виявлений правосторонній перекіс кісток таза. Ліва нога візуально здається коротшою за праву на 1 см, хоча анатомічно кінцівки однакові. Бокове лівостороннє викривлення хребта функціонального характеру без морфологічних змін в грудному відділі підтверджене панорамним рентгенівським знімком. На великому пальці правої ноги врослий ніготь, спостерігається еритема, незначний біль (3 по шкалі ВАШ) при натисканні на латеральний нігтьовий валик.

Лікування: В січні 2019 року проведено один курс мануальної корекції із 3 сеансів. Першим сеансом мануальними методами, закладеними в авторській методиці С. Франка, було усунуто перекіс таза – перед другим сеансом п'яти обох ніг були на одному рівні, а стопи залишалися паралельними в положенні лежачи на животі. Завдяки відновленому правильному положенню тазових кісток першим сеансом вдалося вирівняти вертикальну вісь хребта, а шляхом перерозподілу точок прикладення навантаження до заблокованих сегментів другим і третім сеансами вдалося зменшити дуги бокового викривлення хребта аж до їх повного вирівнювання. Отже, перший сеанс мануальної корекції кісток таза був спрямований на лікування оніхокриптозу і сколіотичної постави, другий і третій – лише на лікування останньої. До закінчення курсу лікування, який тривав 10 днів, всі прояви оніхокриптозу зникли і в подальшому не повторювалися за весь період моніторингу стану здоров'я пацієнтки протягом

1,5 року з інтервалом 6 місяців. Дівчинка відновила заняття в танцювальному гуртку. Батькам були надані рекомендації щотижнево контролювати відсутність перекошу таза в дитини: в положенні лежачи на животі на твердій поверхні витягнуті пальці ніг повинні перебувати на одному рівні. Порушення цієї закономірності є маркером повторного викривлення кісток таза, що в свою чергу свідчить про необхідність проведення наступного курсу мануальної терапії.

Висновки. Мануальна терапія в поєднанні з УХТ, разом із іншими методами, може бути ефективним засобом у боротьбі з оніхокриптозом. Було доведено, що перекош таза можна вважати однією з причин, чи навіть першопричин виникнення оніхокриптозу. Відновлення правильного положення тазових кісток мануальними методами призводить до відновлення симетричного розташування загостреного краю нігтя в боковій пазусі латерального валика, а отже запобігає порушенню цілісності м'якої тканини латерального валика, яке й призводить до появи оніхокриптозу. Таким чином, виправляючи мануальною корекцією розбалансування кісток таза – позбавляємо нігтьовий апарат від оніхокриптозу навіть не доторкуючись до хворого пальця.

ЛІТЕРАТУРА

- Bostanci S, Ekmekci P, Gurgey E. (2001) Chemical matricectomy with phenol for the treatment of ingrowing toenail: a review of the literature and follow-up of 172 treated patients. *Acta Derm Venereol* 81: 181
- Bryant A, Knox A. Ingrown toenails: the role of the GP. *Aust Fam Physician*. 2015 Mar;44(3):102-5. [PubMed]
- Chabchoub I, Litaïem N (2020) Ingrown Toenails. *StatPearls* [Internet] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546697/>
- Cho SY, Kim YC, Choi JW. Epidemiology and bone-related comorbidities of ingrown nail: A nationwide population-based study. *J. Dermatol*. 2018 Dec;45(12):1418-1424. [PubMed]
- DeLauro NM, DeLauro TM. Onychocryptosis. *Clin Podiatr Med Surg*. 2004 Oct;21(4):617-30, vii. [PubMed]
- Ezekian B, Englum BR, Gilmore BF, Kim J, Leraas HJ, Rice HE. Onychocryptosis in the Pediatric Patient. *Clin Pediatr (Phila)*. 2017 Feb;56(2):109-114. [PubMed]
- Frank Sergii. (2019). Experience in treating long-term effects of concussions and PTSD using manual therapy combined with shock wave therapy. *World Science*. 4(44), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30042019/6470.
- Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019). Manual Therapy as an Alternative Treatment for Panic Attacks. *World Science*. 8(48), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/31082019/6633.
- Frank Sergii, Frank Michael, Frank George. (2019) Manual Therapy in Treating Primary Nocturnal Enuresis. *World Science*. 11(51), Vol.2. doi:10.31435/rsglobal_ws/30112019/6775.
- Frank Sergii, Frank Michael, Frank George (2020) Rehabilitation Treatment of Lumbarization-Related Pathologies Via Manual Therapy. *World Science*. 6(58), Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062020/7113.
- Giagalone VF (1997) Phenol matricectomy in patients with diabetes. *J Foot Ankle Surg* 36: 264.
- Haneke E. Controversies in the treatment of ingrown nails. *Dermatol Res Pract*. 2012;2012:783924. [PMC free article] [PubMed]
- Heifitz CJ (1937) Ingrown toenail: a clinical study. *Am J Surg* 38: 298.
- Kimata Y, Uetake M, Tsukada S, et al. (1995) Follow-up study of patients treated for ingrown nails with the nail matrix phenolization method. *Plast Reconstr Surg* 95: 719.
- Kimata Y, Uetake M, Tsukada S, et al. (1995) Follow-up study of patients treated for ingrown nails with the nail matrix phenolization method. *Plast Reconstr Surg* 95: 719.
- Kreft B, Marsch WC, Wohrlab J (2003) Congenital and post-partum unguis incarnati. *Hautarzt* 54: 1083.
- Kreft B, Marsch WC, Wohrlab J (2003) Congenital and post-partum unguis incarnati. *Hautarzt* 54: 1083.
- Lewit K., Sachse J., Janda V. (1993) *Manual Medicine*. – M.: Medicine.
- Martínez-Nova A: (2006) *Podología: Atlas de Cirugía Ungueal*, Editorial Médica Panamericana, Madrid.
- Martínez-Nova A., Sánchez-Rodríguez R., Alonso-Peña D., (2007) A New Onychocryptosis Classification and Treatment Plan. *Journal of the American Podiatric Medical Association*.: 97, : 5.
- Mozena JD (2002) The Mozena Classification System and treatment algorithm for ingrown hallux nails. *JAPMA* 92: 131.
- Ozdemir E, Bostanci S, Ekmekci P, et al. (2004) Chemical matricectomy with 10% sodium hydroxide for the treatment of ingrowing toenails. *Dermatol Surg* 30: 26.
- Park DH, Singh D. The management of ingrowing toenails. *BMJ*. 2012 Apr 03;344:e2089. [PubMed]
- Persichetti P, Simone P, Li Vecchi G, et al. (2004) Wedge excision of the nail fold in the treatment of ingrown toenail. *Ann Plast Surg* 52: 617.
- Watabe A, Yamasaki K, Hashimoto A, Aiba S. Retrospective evaluation of conservative treatment for 140 ingrown toenails with a novel taping procedure. *Acta Derm. Venereol*. 2015 Sep;95(7):822-5. [PubMed]
- Watabe A, Yamasaki K, Hashimoto A, Aiba S. Retrospective evaluation of conservative treatment for 140 ingrown toenails with a novel taping procedure. *Acta Derm. Venereol*. 2015 Sep;95(7):822-5. [PubMed]
- Zuber TJ (2002) Ingrown toenail removal. *Am Fam Physician* 65: 2547.

INFLUENCE OF SUBARACHNOID ANESTHESIA IN THE PRONE POSITION ON THE ENERGY OF CIRCULATION

Mykhnevych Kostiantyn Georgijovych,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-7121>

Volkova Yuliya Viktorivna,

Doctor of medical Sciences, Professor, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8000-5802>

Kudinova Olha Vasylivna,

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0262-3810>

Dolgopolova Anastasia Valeriivna,

Postgraduate student, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-1937>

Lutska Svitlana,

Postgraduate student, Kharkiv national medical university, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0633-9801>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7201

ARTICLE INFO

Received: 22 July 2020

Accepted: 09 September 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

energy of blood circulation,
subarachnoid anesthesia,
prone position.

ABSTRACT

The energy supply of the body has an energy price, which is paid, in particular, by the myocardium. This price depends on the circulatory conditions, which can also be affected by iatrogenic factors, such as subarachnoid anesthesia (SA) in the prone position. Decreasing of a vascular tone under the influence of SA requires the myocardium to increase energy consumption to maintain an adequate cardiac index (CI). With a resistive type of circulation, autoregulation of blood circulation may become untenable, that requires artificial maintenance of vascular tone with the $\alpha 1$ -adrenomimetics, that also contribute to an increase in energy expenditure by the myocardium. All this makes the assessment of blood flow energy relevant.

The aim of the study was to study the effect of SA in the prone position on the energy of circulation. 65 patients underwent transpedicular stabilization of 1-2 segments under SA in the prone position have been examined. On the eve of the operation, the prognostic index of hemodynamic instability (PIHI) has been determined by the N. Lysohub's method. At three stages (the position on the back after performing SA, 5 and 20 minutes after turning on the prone position), kinetic (systolic index, ejection fraction, heart rate and SI), dynamic (effective, or average, AP — APe, central venous pressure, the difference between them — systemic perfusion pressure and specific peripheral vascular resistance) and hemic (blood oxygen content) indicators have been determined. Based on these indicators and the energy potential of oxygen (the energy obtained by glucose oxidation by 1 mol of oxygen), the following energy parameters have been calculated: flow power index (FPI), tissue power consumption index (TPCI), oxygen reserve (OR) and circulatory reserve index (CRI). APe was maintained at least 60 mm Hg during anesthesia by infusion and, if necessary, by administration of the $\alpha 1$ -adrenomimetic phenylephrine. Patients have been retrospectively divided into 2 groups: patients of the VF1 group (n = 25) needed phenylephrine administration, and patients of the VF2 group (n = 40) did not need it. The following results have been obtained. The minimum PIHI in the VF1 group was 0.1, which made it possible to expect a high probability of hemodynamic instability, while in the VF2 group it was no higher than 0.05. The integral kinetic parameter CI in the groups did not differ significantly, but the energy consumption and their efficiency between the groups significantly differed. FPI in the VF1 group was significantly lower than in the VF2 group, although TPCI did not differ significantly between the groups. TPCI compliance with tissue needs was determined by OR, which was significantly lower in the VF1 group. The final parameter CRI was significantly lower in the VF1 group, although CI did not differ significantly from the VF2 group level. This indicates energy insufficiency of circulation in patients with a resistive type of circulation against the background of SA in the prone position, so with this type, the presence of which is confirmed by a high PIHI, preference should be given to another type of anesthesia.

Citation: Mykhnevych K. G., Volkova Yu. V., Kudinova O. V., Dolgopolova A. V., Lutska S. (2020) Influence of Subarachnoid Anesthesia in the Prone Position on the Energy of Circulation. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7201

Copyright: © 2020 Mykhnevych K. G., Volkova Yu. V., Kudinova O. V., Dolgopolova A. V., Lutska S. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Today, it does not require additional evidence that for the vital activity and preservation of the integrity of a living organism, it needs a constant flow of energy from the outside at a sufficient speed. It had long been established that at rest, an organism weighing about 70 kg requires about 1800 kcal of energy per day, which is about 90 W [1, 2]. This power must be developed, for example, when lifting a weight of 9 kg to a height of 1 m in 1 second. This example provides a visual representation of the minimum rate of continuous energy consumption by the body [3].

The necessary speed of energy production is provided by aerobic oxidation of substances obtained from food, so in the process of evolution, a perfect system of oxygen transport (SOT) was formed, one of the links of which is the circulatory system (CS). However, the CS, which must bring an adequate supply of energy to the tissues by means of transport of the carrier of potential chemical energy (PCE) — oxygen, itself needs energy for its functioning, and the ratio between the consumed and delivered energy ("energy price of energy supply") must be optimal. In other words, the target parameter of CS regulation is the volume velocity of blood flow (cardiac output — CO), and the means of regulation is the blood flow power (BFP). If there is a violation of the regulation of CS, maintaining an adequate CO and, consequently, satisfying the energy needs of tissues become impossible [3].

Iatrogenic drop in vascular tone during subarachnoid anesthesia (SA) is one of the reasons for the violation of CS regulation. This situation can be aggravated by changing the position of the body. All this leads to violation of conformity of volume of circulating blood (VCB) to volume of vessels that can be supported by the body during SA only with increase in force and rate of heart contractions. This increases power consumption by the myocardium, while his ability to do this can be in varying degrees limited. It is known that SA, performed using the same technique and reaching the same level, does not lead to circulatory disorders in some patients, while in others it causes severe destabilization [4]. The only reasonable explanation for this fact, from our point of view, is that the autoregulation of CS in different individuals is carried out with the predominance of different mechanisms, which, however, provide an adequate supply of energy to tissues under average daily loads. It is only when conditions go beyond the average limits that these differences are revealed. This view is confirmed by published research results, according to which there are three types of circulatory regime: resistive, capacitive and balanced [5]. Apparently, it is in the resistive type of blood circulation that SA leads to the destabilization of hemodynamics. Recently, a method was found for predicting a high probability of developing circulatory instability in SA in the prone position by calculating the predictive index of hemodynamic instability (PIHI). If its level exceeds 0.5, the probability of hemodynamic destabilization during SA in the prone position is very high [6, 7]. Iatrogenic correction in this case should consist in artificial filling of the vascular bed (infusion), if this measure is ineffective — in an artificial increase in vascular tone with α_1 -adrenomimetics. In any case, all regulatory influences, both spontaneous and artificial, will affect the energy of blood circulation and its effectiveness.

The aim of the study the effect of subarachnoid anesthesia in the prone position on the energy of blood circulation.

Materials and methods. The course of SA in the prone position has been studied in 65 patients operated for degenerative diseases of the spine. On the eve of the operation, in all patients PIHI has been calculated using the method developed By N. Lizogub and co-authors [6, 7]. All patients have been undergone the same surgical intervention (transpedicular stabilization of 1-2 segments) under SA, performed using the same method, which consisted of the following. V. subclavia has been catheterized in the operating room, then volemic preparation has been performed with a balanced crystalloid solution in the volume of 6.38 ± 1.14 ml/kg. SA was performed with 0.5 % hyperbaric bupivacaine solution administered in the L2-L3 interval in a sitting position through a G25 needle for 20 seconds, after which

the patient was laid on his back for 5-7 minutes, and then turned on prone position. The study was performed up to 20 minutes after turning on the prone position. In the case of a decrease in effective (average) blood pressure (APe) to 60 mm Hg, the administration of phenylephrine was started using a syringe pump (10 mg in 50 ml of saline solution) at the speed necessary to maintain APe.

Depending on the presence or absence of the need to use α_1 -adrenomimetics, patients have been retrospectively divided into 2 groups. The group VF1 (n = 25) included patients whose hemodynamic stabilization was possible only with the help of the α_1 -adrenomimetic phenylephrine, and the group VF2 (n = 40) — patients who did not require the use of vasopressors. The characteristics of patients are presented in table 1, which shows that the destabilization of blood circulation occurred more often in young men with excessive body weight. Probably, the type of blood circulation in patients of the VF1 group is unbalanced (more often — resistive), and in patients of the VF2 group — balanced (a combination of resistive and capacitive types).

Table 1. Distribution of patients by groups

Group	Age, years, M \pm σ	Body mass, kg, M \pm σ	Height, sm, M \pm σ	Body surface area, m ² , M \pm σ	Body mass index, kg/m ² , M \pm σ	Men n (%)	Women n (%)
VF1 (n = 25)	42,0 \pm 5,4	95,0 \pm 9,9	173,3 \pm 7,0	2,19 \pm 0,15	31,6 \pm 1,9	16 (64,0 \pm 9,6)	9 (36,0 \pm 9,6)
VF2 (n = 40)	45,9 \pm 8,7	72,0 \pm 8,7	174,9 \pm 6,2	1,96 \pm 0,14	23,5 \pm 2,5	17 (42,5 \pm 7,8)	23 (57,5 \pm 7,8)
p	0,046	< 0,001	> 0,3	< 0,001	< 0,001		

Since the energy parameters of blood circulation are determined by mechanical (kinetic and dynamic) and hemic parameters [3], they have been determined during SA at three stages: 1) in the back position after performing SA; 2) 5 minutes after turning on the prone position; 3) 20 minutes after turning on the prone position (table 2).

Table 2. Blood circulation indicators

Kinetic	Dynamic	Hemic	Energy
SI, EF, HR, CI	SPP, SPVR	Hb, Ht, S _{O₂} , p _{O₂} , C _{O₂} , T _{O₂} , V _{O₂}	IBFP, ITPC, OTP, OCP, OR, ICR

Kinetic parameters (determined by echocardiography): stroke index (SI), ejection fraction (EF), heart rate (HR), and cardiac index (CI). Dynamic parameters: systemic perfusion pressure (SPP), i.e. the difference between APe and central venous pressure, and specific peripheral vascular resistance (CPVR), calculated according to the Poiseuille-Franck law. Blood content (C_{O₂}), transport (T_{O₂}) and consumption (V_{O₂}) of oxygen have been calculated based on the measured concentrations of hemoglobin, hematocrit, hemoglobin saturation with oxygen (S_{O₂}) and partial pressure of dissolved oxygen (p_{O₂}) in the conventional way, the amount of oxygen was measured not in units of volume, but in units of mass (mol). Hemic parameters of arterial blood have been determined by taking capillary blood with its preliminary arterialization by placing the fingers of the hand in water at a temperature of 39 °C. The energy potential of oxygen (EPO) is determined from the final equation of complete aerobic glucose oxidation and is equal to 480 kJ per 1 mol of oxygen.

Using mechanical and hemic parameters, oxygen and energy transport parameters have been calculated: blood flow power index (IBFP, W/m²), tissue power consumption index (ITPC, W/m²), oxygen transport and consumption pressure (OTP and OCP, kJ/mol), oxygen reserve (OR, dimensionless value) and circulatory reserve index (ICR, W/m²). IBFP reflects the useful work of the myocardium, OTP and OCP — the energy of the myocardium, which is accounted for by transport and consumption of 1 mole of oxygen, respectively. OR shows the correspondence of oxygen consumption by tissues to their needs, its calculation is based on the final equation of anaerobic glucose oxidation with the production of lactate. The integrating energy parameter is the ICR, which is equal to the product of IBFP and OR and takes into account all multidirectional undefined fluctuations in the mechanical and hemic parameters of oxygen transport. A decrease in the IBFP corresponds to a certain degree of circulatory failure. The reference values of energy parameters have been previously determined in the study of CS of healthy volunteers.

Results of the research. The PIHI of patients in the VF1 group was 0.53 ± 0.42 , that is, the spread of its values was significant, but only in 8 patients it was below 0.1, in the rest it exceeded 0.3. In the VF2 group, the PIHI was less than 0.05, that is, this parameter has a reliable prognostic value for the course of SA in the prone position.

There were no significant changes in such kinetic parameters as SI and EF during the study, while these parameters significantly differed in the groups of patients when compared with each other and when compared with reference values (Fig. 1). CI did not show significant differences when comparing groups of patients, although in the VF2 group in stage 2 the CI decrease was significant, but not to critical values. In both groups of patients, CI was significantly lower than the reference values: according to the study stages in the VF1 group, it was 2.8 ± 0.4 , 2.7 ± 0.4 and 2.8 ± 0.4 $l/min \cdot m^2$, in the VF2 group — 3.0 ± 0.4 , 2.8 ± 0.4 and 2.9 ± 0.4 $l/min \cdot m^2$. The absence of significant differences between groups of patients in CI in the presence of significant differences in SI and EF reflects a compensatory reaction in the form of tachycardia, which was not significantly inhibited by SA and vasopressors (in the VF1 group).

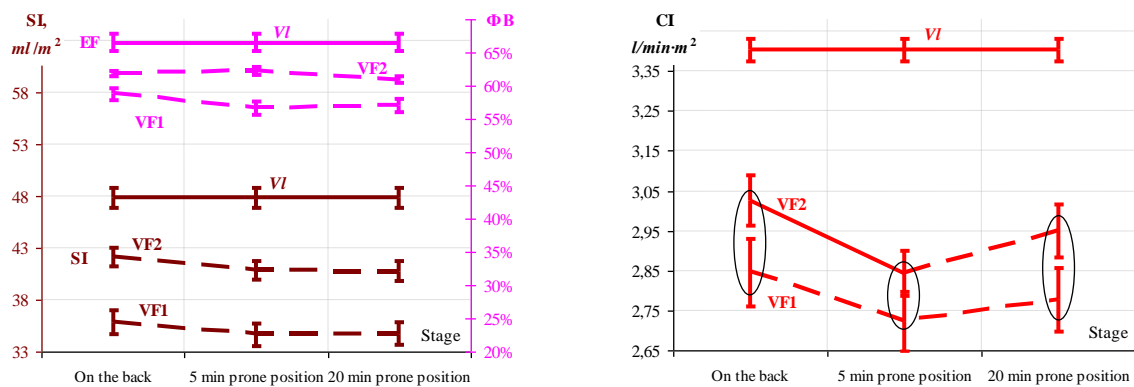


Fig. 1. Kinetic parameters during SA, $M \pm m$

(here and further: — $p < 0,05$ compared to the previous stage, - - - $p > 0,05$ compared to the previous stage, 0— $p > 0,05$ between groups, VI — group of healthy volunteers).

In contrast to kinetic, dynamic indicators were subjected to significant changes throughout the study, which had a certain effect on the level of energy parameters (Fig. 2). At the beginning of the study, SPP in the VF1 group was significantly higher (95.9 ± 12.5 mm Hg) than in healthy individuals (89.5 ± 8.2 mm Hg) and in the VF2 group (85.4 ± 10.3 mm Hg), between the latter there were no significant differences in SPP. At stage 2, SPP significantly decreased in both groups, becoming significantly lower than in healthy individuals, and in the VF1 group it decreased more despite the administration of vasopressors (to 71.5 ± 8.1 mm Hg versus 75.5 ± 7.8 mm Hg in the VF2 group). This dynamic was stable and continued until the end of the study: in the VF1 group, the SPP decreased to 65.5 ± 5.3 , and in the VF2 group — to 69.9 ± 5.4 mm Hg.

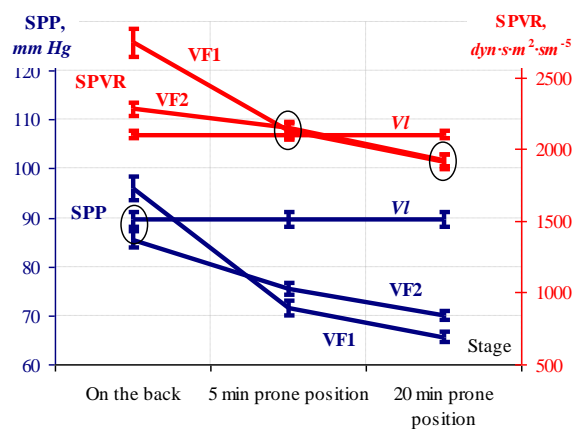


Fig. 2. Dynamic parameters during SA, $M \pm m$.

The SPVR at stage 1 was significantly different when compared both between groups of patients and when comparing groups of patients and healthy individuals (2743 ± 490 , 2279 ± 291 and 2100 ± 127 $dyn \cdot s \cdot m^2 \cdot cm^{-5}$, respectively, in groups VF1, VF2 and in healthy volunteers). At stage 2,

SPVR decreased significantly in both groups, and in the VF1 group more significantly despite the administration of vasopressors, and thus this parameter has become the same in both patients and healthy (respectively 2125 ± 295 , 2144 ± 265 and $2100 \pm 127 \text{ dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cm}^{-5}$). Further the dynamics of SPVR in both groups of patients were the same (in the group VF1 — 1914 ± 265 , in the group VF2 — $1923 \pm 253 \text{ dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cm}^{-5}$), but patients in the group VF1 received phenylephrine.

The described dynamics of mechanical parameters of blood circulation can be explained in such way. Patients of the VF1 group are characterized by an unbalanced circulatory regime with a predominance of resistive type of regulation, whereas patients of the VF2 group had a balanced type of blood circulation. In patients of the VF1 group, there seems to be some tension in blood circulation compensation, manifested by a tendency to arterial hypertension, a decrease in SI and CI, and an increase in SPVR. Primary may be a slight decrease in the contractile capacity of the myocardium (CCM) with a compensatory increase in the SPVR, or an increase in the SPVR for various reasons (hypertension, psychoemotional stress, etc.) with insufficient compensation from the CCM. A greater risk of this state, according to the results of our study, occurs in younger people with an increased body mass index. In any case, we can say that these patients have formed a certain blood circulation regime that meets the needs of tissues for oxygen in everyday life with average physical activity. Under the influence of SA, there is a decrease in SPVR, the increased level of which is compensatory without anesthesia. With insufficient myocardial reserves, arterial hypotension and a decrease in CI develop, which forces to compensate for the decrease in SPVR with the help of α_1 -adrenomimetics [7].

Support of blood circulation in patients of the VF1 group using vasopressors prevented a significant decrease in the integral kinetic index — CI (there were no significant differences in the CI level between the groups of patients), but other mechanical parameters of blood circulation in the VF1 and VF2 groups differed significantly (except for SPVR at the 2nd stage of the study), which could not but affect the energy efficiency of oxygen and energy transport.

IBFP at the 1st stage of the study in both groups did not differ and was significantly lower than in healthy individuals: in the group VF1, it was at the level of $606 \pm 126 \text{ mW/m}^2$, VF2 — $578 \pm 124 \text{ mW/m}^2$, in healthy individuals — $678 \pm 90 \text{ mW/m}^2$ (Fig. 3). This did cause a lower CI against the background of increased SPVR, and the increase in SPP in patients of the VF1 group was not sufficient to maintain CI. In other words, the myocardium of patients in this group did not have sufficient reserves to overcome the increased SPVR. As the vasoplegic effect of SA developed, the TPVR decreased to the reference level, but the strength of myocardial contractions remained at the same level (SI and EF, as well as heart rate, did not significantly change), which has led to a significant decrease in SPP. The described changes were reflected in a significant decrease in IBFP at the 2nd stage of the study, especially in the group VF1 — up to $434 \pm 91 \text{ mW/m}^2$, (VF2 — up to $479 \pm 92 \text{ mW/m}^2$). It is noteworthy that the dynamics of IBFP is due to changes in dynamic parameters, the kinetic parameters changed slightly, this illustrates the insufficiency of assessing the state of the CS only using CI. At stage 3, the IBFP in the VF1 group was already significantly lower ($404 \pm 75 \text{ mW/m}^2$) than in the VF2 group ($459 \pm 86 \text{ mW/m}^2$).

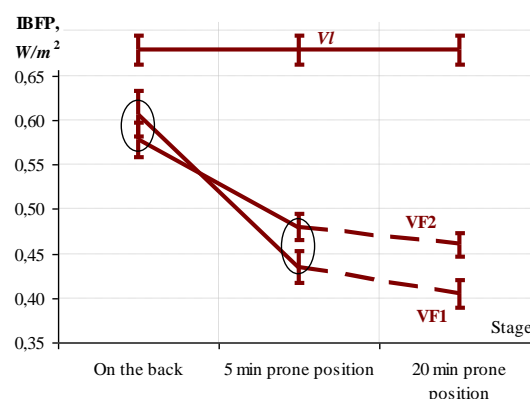


Fig. 3. Blood flow power during SA, $M \pm m$.

A low IBFP may mean that most of the myocardial energy is spent directly on oxygen transport and less on other transport needs, i.e. the oxygen (energy) cost of tissue energy supply increases. This price is reflected by indicators such as OTP and OCP, but for their determination, hemic indicators of oxygen transport are necessary (Fig. 4).

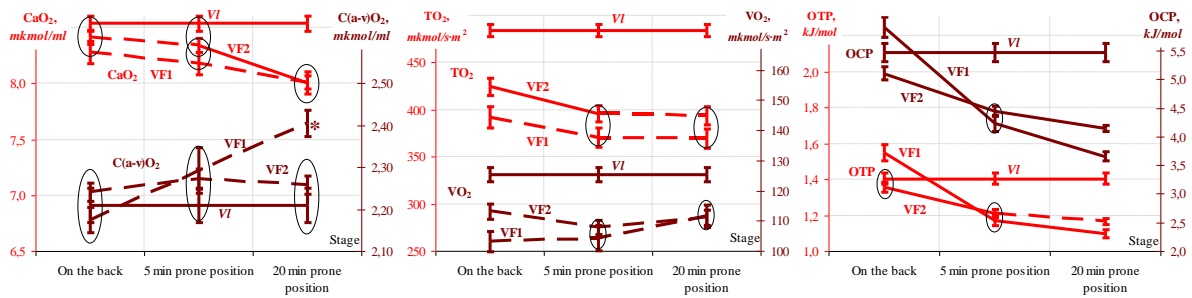


Fig. 4. Hemic parameters during SA, $M \pm m$.

At the beginning of the study, the blood oxygen content was the same in both groups, not differing from the level of healthy volunteers (C_{aO_2} — 8.53 ± 0.54 mmol/ml, $C_{(a-v)O_2}$ — 2.21 ± 0.23 mmol/ml). At stage 2, there was a tendency to decrease C_{aO_2} (to 8.17 ± 0.49 in the VF1 group and to 8.24 ± 0.40 mmol/ml in the VF2 group) and increase $C_{(a-v)O_2}$ (to 2.29 ± 0.27 in the VF1 group and to 2.27 ± 0.16 mmol/ml in the VF2 group). At stage 3, C_{aO_2} in both groups has become almost the same (2.40 ± 0.16 and 2.26 ± 0.14 mmol/ml, respectively), what is significantly lower than the level of healthy individuals, but the dynamics of $C_{(a-v)O_2}$ in the patient groups was different. In the VF2 group, this indicator has not been changed, and in the VF1 group it continued to increase (to 2.40 ± 0.16 mmol/ml), becoming significantly higher than the initial level. Against this background, tissue oxygen consumption has not been changed significantly throughout the study, although it was lower than in healthy individuals, as was oxygen transport. Thus, we can conclude that when the oxygen transport fluctuates within certain limits, the tissues extract all the oxygen they need from the blood, regardless of the level of its delivery. This is illustrated by the dynamics of OTP and OCP.

OTP, equal to the ratio of SPP to C_{aO_2} , shows the work of the myocardium, accounting for the movement of 1 mole of oxygen, OCP is equal to the ratio of SPP to $C_{(a-v)O_2}$ and shows the work of moving the consumed part of the oxygen. If at the beginning of the study these parameters differed from the level of healthy (OTP — 1.40 ± 0.17 kJ/mol, OCP — 5.46 ± 0.84 kJ/mol) insignificantly, then they significantly decrease (OTP to 1.09 ± 0.11 kJ/mol in the VF1 group and to 1.17 ± 0.11 kJ/mol in the VF2 group; OCP — to 3.65 ± 0.40 and 4.13 ± 0.35 kJ/mol, respectively). A decrease in these parameters means that more and more of the myocardial energy is spent directly on the movement of oxygen, that is, the energy price of tissue energy supply is increasing.

Against this background, the ITPC that repeats the V_{O_2} dynamics, changed little for the same reason that V_{O_2} did not change much, but the ITPC compliance with the energy needs of tissues in the VF1 group was violated, as evidenced by changes in the OR (Fig. 5).

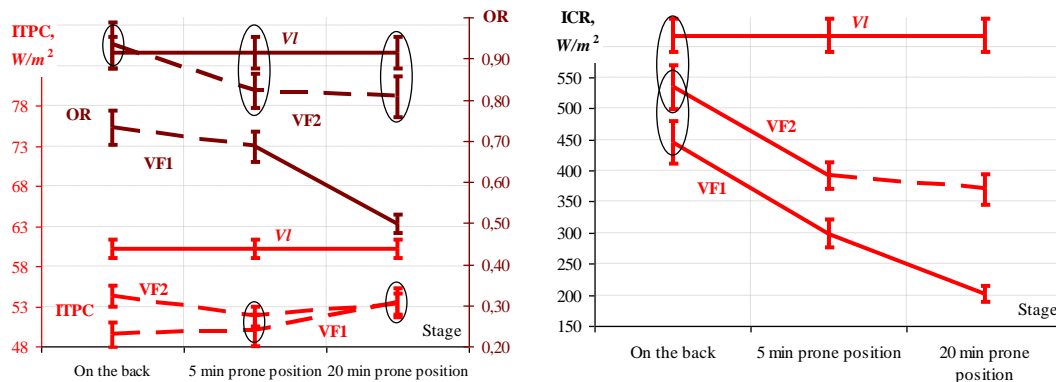


Fig. 5. Energy parameters during SA, $M \pm m$.

In the VF2 group, OR did not significantly differ from the level of healthy volunteers during the entire study, although the kinetic and dynamic parameters of patients in this group differed from the reference values. This can be regarded as the transition of an organism with a balanced type of blood circulation to a more economical mode of life, although the reasons and mechanisms for this transition are not clear. It can be assumed that the use of adrenomimetics in patients of the VF1 group increases the need for tissue energy, which can not be met at the same level of ITPC.

Changes in all parameters of blood circulation are summed up in the ICR. Already at the first stage of the study, in patients with an unbalanced type of blood circulation (group VF1), this parameter was significantly lower ($445 \pm 175 \text{ mW/m}^2$) than in healthy individuals ($617 \pm 145 \text{ mW/m}^2$). This means that the useful work of the myocardium is not sufficient to fully meet the energy needs of tissues, which is confirmed by a reduced OR. In the future, the ICR decreases in both groups, but to a greater extent — in the VF1 group. In this group, at the end of the study, the ICR decreased to $202 \pm 65 \text{ mW/m}^2$, and in the VF2 group — to $370 \pm 158 \text{ mW/m}^2$.

The total dose of phenylephrine required to maintain APe at least the target level (60 mm Hg) in patients of the VF1 group was $5.86 \pm 2.85 \text{ mcg/kg}$.

Naturally, the question arose about the predictive value of parameters of the initial state of the kinetics, dynamics and energy of blood circulation. To solve this issue, we studied the relationship of the initial ICR with PIHI and the dose of phenylephrine required to maintain blood circulation. The results were such as the next. The correlation coefficient of the initial ICR with the dose of phenylephrine was -0.80 ± 0.07 , while the association of PIHI with the initial ICR was absent (-0.23 ± 0.19). From this, as well as from other results obtained, it follows that PIHI, the calculation of which is based on kinetic and dynamic indicators of blood circulation, with great accuracy allows to predict the instability of hemodynamics when performing SA in the abdominal position. The severity of hemodynamic instability can be predicted with high probability when taking into account the initial energy indicators of blood flow.

Thus, for evaluating the state of CS traditional mechanical indices (SI, CI, SPP) is not enough, it is necessary to consider the energy circulation and energy supply of tissues. The energy approach to the study of CS during SA in the prone position allows to identify differences in the efficiency of energy supply to tissues depending on the initial blood circulation regime, which determines the response of CS to SA.

Conclusions. 1. One of the main compensatory reactions of the circulatory system when the supply of oxygen to tissues deteriorates is an increase in vascular tone. The increased severity of this reaction is characteristic of an unbalanced type of blood circulation with a predominance of the resistive component. The blockade of this reaction against the background of SA violates the compensation of blood circulation, especially in its resistive type.

2. In order to fully assess the effectiveness of the CS, it is necessary to take into account its energy characteristics.

3. Energy analysis of blood circulation during SA in the prone position has been shown that with the initial unbalanced blood circulation mode with a predominance of the resistive component, artificial increase in vascular tone with α_1 -adrenomimetics does not allow to maintain the correspondence of the energy supply of tissues to their needs, so to choose the optimal anesthetic aid, it is necessary to determine the type of blood circulation before surgery by calculating the predictive index of hemodynamic instability (PIHI) by Lyzohub.

Conflict of interest. The authors do not declare a conflict of interest.

REFERENCES

1. Bozhinovska M, Taleska G, Fabian A, Šoštarič M. The role of levosimendan in patients with decreased left ventricular function undergoing cardiac surgery. *Open Access Maced J Med Sci.* 2016 Sep;4(3):510-16.
2. Dharmavaram S, Jellish WS, Nockels RP, Shea J, Mehmood R, Ghanayem A, Kleinman B, et al. Effect of prone positioning systems on hemodynamic and cardiac function during lumbar spine surgery: an echocardiographic study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 May 20;31(12):1388-93. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000218485.96713.44>.
3. Jackson J.M., Thomas S.J. Valvular Heart Disease. In *Cardiac Anesthesia*, ed by J.A.Kaplan, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1993, p. 629-681.
4. Lee JM, Lee SK, Kim KM, Kim YJ, Park EY. Comparison of volume-controlled ventilation mode and pressure-controlled ventilation with volume-guaranteed mode in the prone position during lumbar spine surgery. *BMC Anesthesiol.* 2019 Jul 27;19(1):133. doi: 10.1186/s12871-019-0806-7.
5. Roodneshin F, Poor Z, Rostami P, Ahmadzadeh N, Gharaei B, Kamranmanesh MR. Comparison of Hemodynamic Stability and Pain Control in Lateral and Prone Positions in Patients undergoing Percutaneous Nephrolithotomy; a Randomized Controlled Trial Study. *Urol J.* 2019 Dec 2. doi: 10.22037/uj.v0i0.4915.
6. Shimizu M, Fujii H, Yamawake N, Nishizaki M. Cardiac function changes with switching from the supine to prone position: analysis by quantitative semiconductor gated single-photon emission computed tomography. *J Nucl Cardiol.* 2015;22(2):301-7. doi: 10.1007/s12350-014-0058-3.
7. Lyzohub MV. Hemodynamics in Different Types of Anesthesia Depending on the Initial Blood Circulation Regime during Spine Surgery in Prone Position. *Український журнал медицини, біології та спорту.* 2019; 4(5):149-53.

COMPARISON OF PLASMA COAGULABILITY AFTER SHORT-TERM TREATMENT WITH ROSUVASTATIN VERSUS ATORVASTATIN IN UNSTABLE ANGINA PATIENTS

Yuliya Tyravska, postgraduate student Internal Medicine #4 Department, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4403-5550>,

Viktor Lizogub, D. Sc., Professor, Head of Internal medicine #4 Department, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3603-7342>

Nataliia Raksha, PhD, assistant of Biochemistry Department, Taras Shevchenko National University, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6654-771X>

Oleksii Savchuk, D. Sc., Professor, Head of Biochemistry Department, Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3621-6981>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7202

ARTICLE INFO

Received: 23 July 2020

Accepted: 10 September 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

Unstable angina, atorvastatin, rosuvastatin, coagulation, prothrombin pool, soluble fibrin monomer complex.

ABSTRACT

Statins are the integral medications for the management of patients with acute coronary syndrome including unstable angina (UA) with multiple pleiotropic effects. However, the influence of statins on the coagulation system is controversial. Our study aimed to explore the effects of atorvastatin and rosuvastatin in high doses on some coagulation parameters (prothrombin pool (PP) and soluble fibrin-monomer complexes (SFMC) concentration) after a 7-days follow-up period in patients with UA. We recruited 50 patients aged 55 to 70 years with progressive UA. Standard therapy according to ESC guidelines 2020 was recommended for all patients. Before treatment onset, they were divided into 2 groups: group A – 26 patients were prescribed atorvastatin, group R – 24 patients with rosuvastatin treatment. The blood samples to analyze the concentration of PP and SFMC were collected twice – before the treatment onset and 7 days after. We revealed significant decrease in PP concentration ($p=0,02$) and increase in SFMC concentration ($p=0,01$) in group A patients while there were no significant changes of investigated parameters ($p=0,94$, $p=0,57$ respectively) in group R. Additionally, we have noted significant negative correlation between baseline PP concentration and direction of PP changes ($r=-0,803$, $p<0,001$) as well as PP changes direction and SFMC concentration after treatment ($r=-0,655$, $p<0,001$). Thus, we may consider that atorvastatin and rosuvastatin are characterized by different influences on coagulation in patients with progressive UA with standard basic treatment. The rebound coagulation system activation after anticoagulant discontinuation is more pronounced in UA patients against a background of atorvastatin treatment in comparison with rosuvastatin.

Citation: Yuliya Tyravska, Viktor Lizogub, Nataliia Raksha, Oleksii Savchuk. (2020) Comparison of Plasma Coagulability After Short-Term Treatment with Rosuvastatin Versus Atorvastatin in Unstable Angina Patients. *World Science*. 7(59). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30092020/7202](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7202)

Copyright: © 2020 Yuliya Tyravska, Viktor Lizogub, Nataliia Raksha, Oleksii Savchuk. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Statins (3-hydroxy-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase inhibitors) are considered a cornerstone in prevention and treatment of atherosclerosis and its complications [1, 2], as it was shown that this group of medicines reduces the risk of major vascular events [3] as well as cardiovascular and all-cause mortality [4].

While the enormous targeted investigations were performed to analyze the data regarding the direct pharmacological hypolipidemic mechanism of statins [5], the plethora of statins' pleiotropic effects was revealed [6]. Most of them are explained by the anti-inflammatory properties of statins [7]. Thus, statins adjust two main pathogenetic mechanisms of coronary artery disease progression, particularly dyslipoproteinemia and inflammation. It was found that even short-term treatment with statins influence on coronary heart disease, which is of high importance regarding the management of patients with acute coronary syndrome [8].

Far less attention is paid to the influence of statins onto the hemostasis, though the latter imbalance occupies a fitting first place especially in case of coronary artery disease destabilization, when atherothrombosis occurs [2].

Traditionally, acute cardiovascular events are reckoned to be connected tightly with the formation of platelet-rich thrombi. But the insufficient effect of even double antiplatelet therapy and finally results of autopsy findings with fibrin-rich thrombi that cause myocardial infarction suggest the underestimated role of the coagulation with thrombin as the central enzyme [9] and its precursor prothrombin. Consequently, it stands to reason that anticoagulants are mandatory medicines for the management of patients with acute coronary syndrome [2]. Soluble fibrin monomer complex (SFMC) which is famous for its diagnostic potential in patients with myocardial infarction and unstable angina (UA) [10] is one of the coagulation cascade intermediate products with further fibrin polymer formation as the direct way to thrombosis occurrence [11].

Ancillary effects of statins on the coagulation system were described in several reviews but with a note about rather controversial results of studies. There is some data about the influence of statins on thrombin and fibrin [12, 13].

Thus, the main target of our study was to investigate whether the difference between statins regarding changes in blood plasma coagulability exists. Among all types of statin, it was chosen atorvastatin and rosuvastatin as the most widely used representatives of this group which vary in their lipophilicity, elimination half-life, potency, and the mevalonic acid pathway influence [14]. For this purpose, we have analyzed 2 parameters: SFMC and prothrombin pool (PP) which reflects the concentration of all molecules with epitopes of prothrombin origin [15]. A 7-days follow-up period (36 hours after anticoagulant withdrawal) was of high interest for us as just at this time the risk of thrombotic events increases.

Materials and Methods. In our prospective observational study, we recruited 50 patients aged between 55 and 70 years old (19 females (38%)) which were hospitalized to the cardiology department with an established diagnosis of progressive unstable angina. Also, we included only those patients who had not been taking statins for at least 3 months (mainly, because of low compliance with treatment).

The protocol of the study was approved by the Research Ethics Committee of the Bogomolets National Medical University. The patients gave written consent to participate after the explanation of the survey design.

All patients received conservative standardized treatment according to the current ESC Clinical Practice Guidelines [2], particularly anticoagulant (enoxaparin 1 mg/kg twice daily 3 days, 0,5 mg/kg twice daily 2 days subcutaneously), acetylsalicylic acid (ASA) 75 mg once daily, clopidogrel 75 mg once daily, bisoprolol in dosage depending on heart rate (HR) and blood pressure (BP) once daily, angiotensin-converting enzyme inhibitor (ACEi) (enalapril/ramipril/perindopril in individual dosage), nitrates in infusion once daily and 20 mg in tablets twice daily, pantoprazole 20 mg once daily. But depending on statin therapy which was prescribed the patients we formed 2 groups. The patients of group A have been treated with atorvastatin 60 mg per day, while the patients of group R were recommended rosuvastatin 20 mg per day. Such a dosage is believed to be equivalent to these medicines [16]. The follow-up period was 7 days.

The exclusion criteria were conditions with a possible thrombophilic state such as heart defects, persistent atrial fibrillation / atrial flutter, cardiomyopathies, non-ischemic myocardial injuries, heart failure IIB-III stage, endocrinological disorders, active infection, chronic diseases in the period of exacerbation, blood diseases including coagulopathies, anemia of II-III stage, glomerular filtration rate less than 60 ml/min./1,73 m², hepatic dysfunction, malignancy, traumas, and bleedings within 6 months before this study, myocardial infarction or stroke within 1 year before this survey.

Immediately after admission the patients passed the general clinical examination with anamnesis gathering, ECG at rest registration, qualitative troponin I test.

If according to the preliminary information the patient met inclusion criteria we collected blood samples for hemostatic parameters under investigation (PP, SFMC) before initiation of treatment. We controlled above mentioned hemostatic parameter after 7 days of treatment (36 hours after enoxaparin discontinuation). Blood samples were taken by phlebotomy in sodium citrate, centrifugated, aliquoted, and frozen until use. We determined SFMCs concentration by colorimetric orthophenanthroline method. We used ELISA immune assays with primary and secondary antibodies following the manufacturer's instructions (Santa Crus Biotechnology, CA, USA) to evaluate PP concentration.

Also, we performed echocardiography as well as a basic routine blood analysis set (hepatic and renal panel, complete blood count, lipidogram) and hs-Troponin I test.

We used SPSS (version 22, IBM Corp, USA) for data analysis. Test for normality was provided with the Shapiro Wilk test. We presented numerical data as the median with interquartile range (Me(IQR)), while nominal variables were reported in absolute values (percentage) and compared by using the chi-squared test (χ^2). We used the Mann-Whitney (U) test for unpaired samples and the Wilcoxon test (W) for paired samples to weigh the differences between numerical variables. The correlation between variables was examined with the use of Pearson or Spearman correlation depending on the type of variables. P-value <0,05 was considered statistically significant.

Results. In our survey we included 50 patients (age 66,0 (60,0-67,0) years, 19 females (38,0%)) with progressive UA. In general, both groups are comparable, and some peculiarities of the investigated population are reported in further tables.

Baseline characteristics of patients are presented in table 1. There was no significant difference between groups including preliminary treatment. The latter is rather important while taking into account multiple indirect influences of medicines onto coagulation. Relatively low compliance with the treatment should be mentioned in recruited patients.

Table 1. Baseline characteristics of patients

Parameter	Group A	Group R	p
Age, years	63,0(60,0-67,3)	66,0 (64,0-67,0)	0,39
Females, n (%)	8 (42,1)	11 (57,9)	0,27
BMI, kg/m ² ,	30,6 (27,2-32,7)	28,3 (26,7-30,0)	0,06
Preliminary treatment			
RAASi, n (%)	18 (69,2)	19 (79,2)	0,07
Diuretic, n (%)	6 (23,1)	7 (29,2)	0,75
CCB, n (%)	2 (7,7)	2 (8,3)	0,89
β -blocker, n (%)	13 (50,0)	14 (58,3)	0,14
ASA, n (%)	8 (30,8)	11 (45,8)	0,38
Nitrate, n (%)	2 (7,7)	5 (20,8)	0,23
BMI – body mass index; RAASi – inhibitor of renin angiotensin aldosterone system; CCB – calcium channel blocker, ASA – acetylsalicylic acid			

Table 2 represents 3 main groups of criteria according to which the diagnosis was established, particularly clinical features, biochemical marker (hs-cTn) and ECG changes while admission. Though in general two groups are consistent, hs-cTn concentration tends to be higher in group R.

Table 2. Diagnostic criteria of unstable angina among the groups

Parameter	Group A	Group R	p
Complaints while admission			
Typical pain, n (%)	16 (61,5)	17 (70,8)	0,12
Atypical pain, n (%)	6 (23,0)	6 (25,0)	0,72
Dyspnoe (equivalent), n (%)	2 (7,7)	1 (4,2)	0,24
hs-cTn, pg/ml	21,95 (17,72-28,62)	27,00 (22,25-30,95)	0,08
HR, beats/min.	76,0 (70,0-83,0)	72,0 (70,0-78,0)	0,17
ST-segment depression, n (%)	16 (61,5)	20 (83,3)	0,09
T wave variability, n (%)	15 (57,7)	17 (70,8)	0,38
New-onset LBBB, n (%)	2 (7,7)	0	0,49
hs-cTn – high sensitive cardiac troponin; HR – heart rate; LBBB – left bundle branch block			

Chest pain was the prevailing complaint in observed patients (90,0%). 33 patients (66%) suffered from typical retrosternal pain which was provoked by minimal physical exertion or even at rest, others described the discomfort in cardiac region (6, (12,0%)), in scapular region (6, (12,0%)), dyspnoe as the only possible equivalent of pain (3 (6%)) or just general fatigue which occurs suddenly (2 (4%)). Other additional complaints included dyspnoe (70,4%), palpitation (59,8%), headache (40,5%), dizziness (40,8%). In general, regarding complaints the groups were comparable.

The results of basic biochemical tests, echocardiography and BP while admission are demonstrated in table 3. Lipidogram parameters of both groups patients were above recommended targeted levels for high-risk patients while other biochemical characteristics were within normal ranges.

Table 3. General baseline laboratory and instrumental characteristics

Parameter	Group A	Group R	p
TC, mM/L	6,03 (4,85-6,82)	4,99 (4,57-6,61)	0,16
LDL-C, mM/L	3,45 (2,19-4,66)	3,02 (2,62-3,35)	0,11
HDL-C, mM/L	1,20 (1,07-1,67)	1,42 (0,97-1,84)	0,64
TGs, mM/L	2,27 (1,60-2,83)	1,97 (1,26-2,27)	0,08
ALT, IU/L	0,75 (0,65-0,92)	0,75 (0,65-0,83)	0,19
AST, IU/L	0,60 (0,50-0,70)	0,55 (0,50-0,64)	0,45
GFR, mL/min/1,73 m ²	60,0 (47,0-81,0)	59,5 (45,0-71,0)	0,55
Glucose, mM/L	4,8 (3,9-5,8)	5,0 (4,3-5,6)	0,38
WBC, x10 ⁹ /L	7,8 (6,8-8,2)	7,8 (5,8-9,6)	0,53
RBC, x10 ¹² /L	5,0 (4,5-5,3)	4,8 (4,3-5,1)	0,13
Hb, g/L	145,0 (132,0-148,0)	138,0 (133,0-146,0)	0,17
Platelets, x10 ⁹ /L	256,0 (201,0-292,0)	243,5 (170,0-384,0)	0,94
EDV, mL	118,0 (109,0-129,0)	113,0 (100,0-121,0)	0,34
ESV, mL	43,2 (33,7-68,0)	42,0 (39,0-63,0)	0,54
IVS, mm	1,21 (1,11-1,40)	1,21 (1,10-1,24)	0,32
EF, %	55,5 (50,0-61,0)	61,0 (55,2-63,0)	0,14
sBP, mmHg	150,0 (140,0-160,0)	147,5 (120,0-160,0)	0,91
dBP, mmHg	90,0 (82,0-92,5)	86,0 (80,0-93,0)	0,52
TC – total cholesterol; LDL-C – low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C – high-density lipoprotein cholesterol; TGs – triglycerides; ALT – alanine transaminase; AST – aspartate transaminase; GFR – glomerular filtration rate; WBC – white blood cells; RBC – red blood cells; Hb – hemoglobin; EDV – end-diastolic volume; ESV – end-systolic volume; IVS – interventricular septum; EF- ejection fraction; sBP – systolic blood pressure; dBP – diastolic blood pressure			

The investigated patients were characterized by hypertensive left ventricular hypertrophy with preserved ejection fraction. Also, while admission the normal blood pressure was registered only in 6 patients (12%).

To sum up all above-mentioned the groups were comparable by main characteristics.

The dynamic changes of investigated hemostatic parameters are shown in table 4.

Table 4. The concentration of prothrombin pool (PP) and soluble fibrin-monomer complexes (SFMC) before the treatment and after 7 days follow-up period

Variable	Group A n=26			Group R n=24			p [§]	p [#]
	Before	After	p*	Before	After	p*		
PP, rel.units/mL	0,163 (0,158-0,175)	0,158 (0,151-0,164)	0,02	0,166 (0,158-0,178)	0,168 (0,157-0,174)	0,94	0,62	0,001
SFMC, µg/mL	15,5 (10,0-17,0)	18,0 (15,8-21,0)	0,01	19,0 (15,0-22,5)	18,5 (16,0-22,7)	0,57	0,01	0,31
PP – prothrombin pool; SFMC – soluble fibrin monomer complexes; before – at baseline; after – after 7-days follow-up period; * - paired-test (W) in each group as compared to baseline; § - p of intergroup comparison at baseline (unpaired U-test); # - p of intergroup comparison after follow-up period (unpaired U-test)								

Before treatment PP concentration did not significantly differ between groups in contrast to SFMC concentration which was higher in group R. The same baseline trend was regarding hs-cTn concentration. However, after treatment, we registered the opposite relationship between the investigated parameters of groups. Thus, while the SFMC's concentration between groups was compatible, the PP concentration in group R was significantly higher than in group A. At the same time there were no significant changes of PP (-0,59 (-2,46-2,90)%) and SFMCs (-0,36 (-19,6-8,6)%) concentration in group R unlike group A in which we noted significant decrease in PP concentration by 4,9% (-4,9 (-10,8-1,84)%) and increase in SFMC concentration by 10,8 (2,7-21,3)%.

We have noticed intragroup differences in direction of changes that are presented in Table 5. A percentage of SFMC changes with the upward direction was significantly higher in group A. Meanwhile, no significant difference was noted in group R, though the downward trend of PP concentration in group A was in 65,4% of patients.

Table 5. Peculiarities of coagulation parameters changes among

Variable	Group A		Group R		p
	Decrease, n (% of group)	Increase, n (% of group)	Decrease, n (% of group)	Increase, n (% of group)	
PP, rel.units/mL	17 (65,4)	9 (34,6)	13 (54,2)	11 (45,8)	0,42
SFMC, µg/mL	5 (19,2)	21 (80,8)	12 (50,0)	12 (50,0)	0,02

Finally, we have checked correlations between investigated parameters in observed groups. In terms of group A it was found strong negative correlation between PP concentration before treatment and direction of PP changes ($r=-0,803$, $p<0,001$), direct correlation of mild strength between PP and SFMC concentrations before treatment ($r=0,626$, $p=0,001$) as well as concentrations of PP before treatment and SFMC after ($r=0,447$, $p=0,02$). Also, negative relations of mild strength were noticed between PP changes direction and SFMC before treatment ($r=-0,530$, $p=0,005$) as well as after ($r=-0,655$, $p<0,001$).

In the group R we have noticed direct correlation between PP concentration before and after treatment ($r=0,912$, $p<0,001$) as well as SFMC concentration before and after ($r=0,746$, $p<0,001$). Though there were no significant relations between PP and SFMC concentrations before and after treatment, we have noted indirect relations between directions of PP and SFMC concentration changes ($r=-0,585$, $p=0,003$).

Discussion. The results of our study confirm several statements regarding statins' influence on organism and drug-drug relations, however, with some practical supplement.

Currently, there is no doubt in the short-term positive effects of high-dose statin therapy on the course of ACS. Zhi-Jian Liu et al. reported a significant decrease in high sensitive C reactive protein and malonaldehyde as markers of inflammation and oxidative stress respectively in patients with acute myocardial infarction and successful primary percutaneous coronary intervention received high-dose atorvastatin therapy in comparison with moderate after only 7 days follow-up period [17].

However, as far as we know almost no data is regarding the effects of statins on blood plasma coagulability after a short follow-up period as most investigators have described the data regarding a more prolonged period of statins' treatment. In general, it was mentioned that a decrease in thrombin generation is highly suggestive [18], especially in patients with hypercholesterolemia [19]. Tonu S. et al. registered a significant increase in prothrombin time after 8 weeks of treatment with atorvastatin and rosuvastatin in low doses [20]. Fenton et al. found out that simvastatin downregulated thrombin generation as prothrombin fragments F1+F2 in the blood plasma of type 2 diabetes patients were lowering after the treatment period [21]. On the other hand, it was reported no influence of statin on thrombin generation in patients with ACS [22].

The data regarding statins' influence on fibrinogen concentration as the source of SFMC are not less controversial. However, predominantly it was shown the impaired fibrinogen cleavage, decrease the amount of fibrinopeptides after statin treatment, changes of fibrin clot characteristics [12].

In our study, we have registered a significant decrease in PP concentration and an increase in SFMC concentration in patients with progressive unstable angina after 7 days atorvastatin course unlike in patients after the rosuvastatin course no significant changes of both parameters were noted.

At first glance, a decrease in PP concentration is considered to be a good prognostic sign. However, an increase in SFMC concentration is supposed to be a marker of increased risk of thrombotic complications. We presume such condition may be connected with the “exhaustion” of PP after intensified coagulation with the active formation of SFMC. Such a decrease in coagulation potency may be in consequence of rebound thrombin generation after anticoagulant discontinuation [23].

The negative correlation between PP concentration before treatment and direction of PP changes as well as the positive relation between the concentration of PP before and SFMC after treatment come in support of our assumption.

In terms of rosuvastatin, a few peculiarities should be defined. Some pleiotropic effects of statins are supposed to be connected with the nonsterol isoprenoid pathway. It was shown the reduced expression of ubiquinone, dolichol synthesis, and protein prenylation pathway in recombinant yeast strain with human HMGR by atorvastatin whereas rosuvastatin caused diverse effects (expression of BTS1, COQ3, RER2 and downregulation of COQ2, CAT5, SEC59) [14]. Such finding direct to the possibility of intragroup distinctions between accessory effects of statins.

Another point that should be mentioned is drug interactions between clopidogrel as medicine for double antiplatelet therapy and statins. While rosuvastatin is transformed by CYP2C9, clopidogrel and atorvastatin are metabolized by CYP3A4 isoenzyme of cytochrome P450 (CYP) [24]. The latter peculiarity of atorvastatin may cause an increase in major adverse thrombotic events [25]. The observed trend in the rosuvastatin group may be connected with either the above-mentioned facts.

We are inclined to qualify the absence of dynamic in group R after enoxaparin withdrawal as a better trend than a decrease in PP along with an increase in SFMC concentration.

Conclusions.

1. Statins are characterized by different influences on coagulation in patients with UA.
2. The rebound thrombin generation after enoxaparin discontinuation is less marked in UA patients against a background of rosuvastatin treatment in comparison with atorvastatin.
3. Rosuvastatin should be preferable to atorvastatin for patients with unstable angina if there was no previous statin treatment.

Acknowledgments.

We are thankful to the cardiologists and nurses of Kyiv City Clinical Hospital #12.

Declaration of Interest Statement. None

REFERENCES

1. Gupta, K. K., Ali, S., & Sanghera, R. S. (2019). Pharmacological Options in Atherosclerosis: A Review of the Existing Evidence. *Cardiology and therapy*, 8(1), 5–20. <https://doi.org/10.1007/s40119-018-0123-0>
2. Collet, A. J., Thiele, H., Barbato, E., Barthélémy, O., Bauersachs, J., Bhatt, D. L., Dendale, P., Dorobantu, M., Edvardsen, T., Folliguet, T., Gale, C. P., Gilard, M., Jobs, A., Siontis, G. C. M. (2020). ESC Scientific Document Group, 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 00, 1-79. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa575>
3. Cholesterol Treatment Trialists' (CTT) Collaboration (2010). Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170000 participants in 26 randomised trials. *The Lancet*, 376(9753), 1670-1681. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61350-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61350-5)
4. Gotto, A. M., & Moon, J. E. (2012). Management of cardiovascular risk: the importance of meeting lipid targets. *The American journal of cardiology*, 110(1 Suppl), 3A–14A. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.04.002>
5. Toth, P. P., & Banach, M. (2019). Statins: Then and Now. *Methodist DeBakey cardiovascular journal*, 15(1), 23–31. <https://doi.org/10.14797/mdcj-15-1-23>
6. Oesterle, A., Laufs, U., & James, K. (2017). Pleiotropic Effects of Statins on the Cardiovascular System. *Circulation Research*, 120(1), 229-243. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308537>
7. Diamantis, E., Kyriakos, G., Quiles-Sanchez, L. V., Farmaki, P., & Troupis, T. (2017). The Anti-Inflammatory Effects of Statins on Coronary Artery Disease: An Updated Review of the Literature. *Current cardiology reviews*, 13(3), 209–216. <https://doi.org/10.2174/1573403X13666170426104611>
8. Liu, Z. J., Hu, G. P., Fei, M. Y., Yin, Z., Shi, Q. X., & Sun, F. (2018). Effects of Short-term High Dose Atorvastatin on Left Ventricular Remodeling in Patients with First Time Attack of Anterior Acute Myocardial Infarction. *Chinese medical sciences journal = Chung-kuo i hsueh k'o hsueh tsa chih*, 33(2), 84–90. <https://doi.org/10.24920/11810>

9. Asada, Y., Sato, Y., & Hatakeyama, K. (2020). Pathophysiology of atherothrombosis: Mechanisms of thrombus formation on disrupted atherosclerotic plaques. *Pathology International*, 70(6), 309-322. <https://doi.org/10.1111/pin.12921>
10. Arthamin, M. Z., Parmadi, L., Djatmiko, D. P., & Lawanto, E. R. (2019). Analysis of soluble fibrin monomer as diagnostic marker for acute myocardial infarction and its correlation with cardiac troponin I. *Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 25(3), 279-282. <http://dx.doi.org/10.24293/ijcpml.v25i3.1505>
11. Weisel, J. W., & Litvinov, R. I. (2013). Mechanisms of fibrin polymerization and clinical implications. *Blood*, 121(10), 1712-1719. <https://doi.org/10.1182/blood-2012-09-306639>
12. Undas, A., Brummel-Ziedins, K. E., Mann, K. G. (2014). Anticoagulant effects of statins and their clinical implications. *Thrombosis and Haemostasis*, 111, 1-9. <http://doi.org/10.1160/TH13-08-0720>
13. Gue, Y. X., & Gorog, D. A. (2017). Importance of Endogenous Fibrinolysis in Platelet Thrombus Formation. *International journal of molecular sciences*, 18(9), 1850. <https://doi.org/10.3390/ijms18091850>
14. Maciejak, A., Leszczynska, A., & Warchol, I. (2013). The effects of statins on the mevalonic acid pathway in recombinant yeast strains expressing human HMG-CoA reductase. *BMC Biotechnol* 13, 68. <https://doi.org/10.1186/1472-6750-13-68>
15. Raksha, N., Burlova-Vasylieva, M., Torgalo, E., & Savchuk, O. (2014). The appearance of molecules of Prothrombin origin in blood upon development of atherothrombotic and cardioembolic ischemic stroke. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Series Biology*, 68(3), 57-60. [10.17721/1728_2748.2014.68.57-60](https://doi.org/10.17721/1728_2748.2014.68.57-60)
16. Karlson, B. W., Palmer, M. K., Nicholls, S. J., Lundman, P., & Barter, P. J. (2016). Doses of rosuvastatin, atorvastatin and simvastatin that induce equal reductions in LDL-C and non-HDL-C: Results from the VOYAGER meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*, 23(7), 744-747. <https://doi.org/10.1177/2047487315598710>
17. Liu, Z. J., Hu, G. P., Fei, M. Y., Yin, Z., Shi, Q. X., & Sun, F. (2018). Effects of Short-term High Dose Atorvastatin on Left Ventricular Remodeling in Patients with First Time Attack of Anterior Acute Myocardial Infarction. *Chinese medical sciences journal = Chung-kuo i hsueh k'o hsueh tsa chih*, 33(2), 84-90. <https://doi.org/10.24920/11810>
18. Undas, A., Brummel-Ziedins, K. E., & Mann, K. (2005). Statins and Blood Coagulation. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(2), 287-294. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000151647.14923.ec>
19. Undas, A., Brummel, K. E., Musial, J., Mann, K. G., & Szczeklik, A. (2001). Simvastatin depresses blood clotting by inhibiting activation of prothrombin, factor V, and factor XIII and by enhancing factor Va inactivation. *Circulation*, 103(18), 2248-2253. <https://doi.org/10.1161/01.cir.103.18.2248>
20. G.Tonu, S., Dewan, J., Hasnat, F., & Jahan, B. (2018). Comparison Between Atorvastatin and Rosuvastatin on Anti- Thrombogenic Effect in Patients with Hyperlipidemia. *Journal of Enam Medical College*, 8(3), 153-158. <https://doi.org/10.3329/jemc.v8i3.38365>
21. Fenton II, J. W., Brezniak, F. A., Ofosu, F. A., Shen, G. X., Jacobson, J. R., & Garcia, J. G. N. (2005). *Statins and Thrombin. Current Drug Targets – Cardiovascular & Hematological Disorders*, 5(2), 115-120. <https://doi.org/10.2174/1568006043586189>
22. Olivotti, L., Ghigliotti, G., Spallarossa, P., Leslie, S., Rossettin, P., Barsotti, A., & Brunelli, C. (2002). High doses of atorvastatin do not affect activity of prothrombinase in patients with acute coronary syndromes. *Blood Coagul Fibrinolysis*, 13(4), 315-322.
23. Bijsterveld, Nick. R., Moons, A. H., Meijers, J. C. M., Tijssen, J. G. P., Buller, H. R., Levi, M., & Peters, R. J. (2002). Rebound thrombin generation after heparin therapy in unstable angina: A randomized comparison between unfractionated and low-molecular-weight heparin. *Journal of the American College of Cardiology*, 39(5), 811-817. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(01\)01825-3](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(01)01825-3)
24. Bates, E.R., Lau, W.C., & Angiolillo, D.J. (2011). Clopidogrel-drug interactions. *Journal of American College of Cardiology*, 57(11), 1251-1263. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.11.024>
25. Brophy, J.M., Babapulle, M.N., Costa, V., & Rinfret, S. (2006). A pharmacoepidemiology study of the interaction between atorvastatin and clopidogrel after percutaneous coronary intervention. *American Heart Journal*, 152(2), 263-269. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2005.08.023>

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

TECHNICAL TRAINING OF GYMNASTS-ARTISTS AT THE STAGE OF SPORTS IMPROVEMENT

Akhmedova Jamilya Adizovna,

Scientific applicant, Uzbek State University of Physical Culture and Sports, Uzbekistan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7898-3762>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7211

ARTICLE INFO

Received: 10 July 2020

Accepted: 28 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

Sports and technical skills, physical training, technical training, complex control, individualization, object training, educational training session.

ABSTRACT

The following article discusses the problem of organizing and monitoring the special-physical and technical training of young gymnasts at the stage of sports improvement. It is shown that the main advantage achieved during the training session with objects is the regulation of the number of repetitions at high work intensity.

Citation: Akhmedova J. A. (2020) Technical Training of Gymnasts-Artists at the Stage of Sports Improvement. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7211

Copyright: © 2020 Akhmedova J. A. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Relevance of the research: The increasing competition on the world gymnastics board assumes that the championship will be maintained for those athletes who will be able to combine the multi-structural complexity with virtuoso technical performance along with a special expressiveness, emotionality, artistry. Therefore, an even better approach is required for the special motor training, based on the principles of individualization and advanced development in ever-changing conditions in which any modern gymnastics operates (1, 2, 5, 6, 7, 8).

The aim of the research – the improvement of the level of sports and technical training of young gymnasts through the use of rational means and training methods.

The task of the research - experimental justification of the program of special-physical and technical training of gymnasts-artists at the stage of sports improvement.

Organization of research. The study involved 34 young gymnasts, including 16 gymnasts of the 1st class and 18 – CMS, divided into two groups of 17 people each. One of them was conditionally named experimental (EG), while the second one was named control (CG). The research was conducted in two stages.

The realization of experimental method was designed for 12 months and included two stages. The first stage of gymnasts' training for exercises with objects lasted from September 2018 to April 2019. This stage involved the development of special-technical skill (STS) only through the means of special-physical (SPHT) and dynamic training. The training process provided performance of exercises, directed towards the development of dynamic and static equilibrium, the ability of speed and accuracy of reaction, differentiating the parameters of movements, the reproduction of rhythm.

The second stage of preparation was held from June to September 2019. According to the results obtained on the basis of intermediate testing, the coaching staff was asked to continue the

directional development of SPhT and STS in the process of forming the technique of performing competitive elements and connections, combinations with objects in general.

The program of the experiment also included elements of self-competitive exercises with objects relevant for rhythmic gymnastics, which were performed by gymnasts using the right and the left sides of the musculoskeletal apparatus (MS) at the same time. The work with the object involved a symmetrical or asymmetrical nature of execution. Implementation of the proposed exercises was carried out in pairs, groups. Successful perception in the process of training sessions was ensured in compliance with all theoretical norms of educational activity. (2, 5, 7)

Study results. The peculiarity of the experimental technique was observed in the following:

- purposeful improvement of the development mechanisms of special-physical and technical preparedness by the means of summing-up and preparatory exercises;
- technically correct, unmistakable performance of basic and profiling elements, as well as competitive exercises with objects;
- execution of competitive exercises with objects began after establishing a reliable increase in the level of development of special physical qualities;
- performance of all exercises by the gymnasts of the SPhT and SMT leading and non-leading sides of the MS.

The pre-learned complex is performed by a group of gymnasts to the music, without pauses and stops. Synchronicity, consistency and a complete accuracy of movements are necessary in terms of the assessment of quality. In addition to the level of mastery of basic skills the complex allows to check the degree of functional motor asymmetry, stability and variability of the technique, compliance with the standards, ability to work in group exercises, ability to use small space of the site, ability to catch rhythmic accents.

To assess the performance, it is enough to use a 5-scale system, "+" and "-", added to the main assessment allow to make it more subtle, as well as to note even minor differences between the performers.

Complexes with all other objects are compiled using the same principle basis (L.A. Karpenko 2003).

Comprehensive special-physical training was carried out in two forms (3, 4, 7):

- SPhT complexes;

- circuit training on the SPhT.

Special-physical training is mainly carried out in different parts of training sessions:

- at the beginning of the training session;

- at the end of the training session;

- as fragments throughout the whole training session.

With the purpose of control, development and further improvement of the motor abilities of athletes, the complexes of special physical exercise recommended by L.A. Karpenko (2003) were used.

Special physical exercise complexes were recommended for performing at the end of the training session. All exercises include an average dosage (number of repetitions in the set, number of sets). Gymnasts who are lagging behind in any indicators were advised to increase the number of performed exercises, aimed at the development of this particular motor ability; and vice versa, it was possible to exclude the exercises or reduce their dosage to a minimum, if the level of development of this motor ability was high enough.

At the same time, the effectiveness of the experimental method of training of young gymnasts for exercises with objects was determined by three criteria:

- degree of development of SPhT (Figure 1);

- quality of performing competitive exercises with objects (Figure 2);

- effectiveness of competitive performance.

The degree of development of SPhT and SMT was determined by testing conducted before and after the pedagogical experiment. In accordance with the results of preliminary testing of the special-motor qualities, it was found that there are no significant differences between the results of control exercises performed by EG and CG gymnasts (Figure 1, Table 1).

Comparative analysis of the data obtained from preliminary and final testing shows a reliable increase in the results in all control exercises of EG and CG gymnasts.

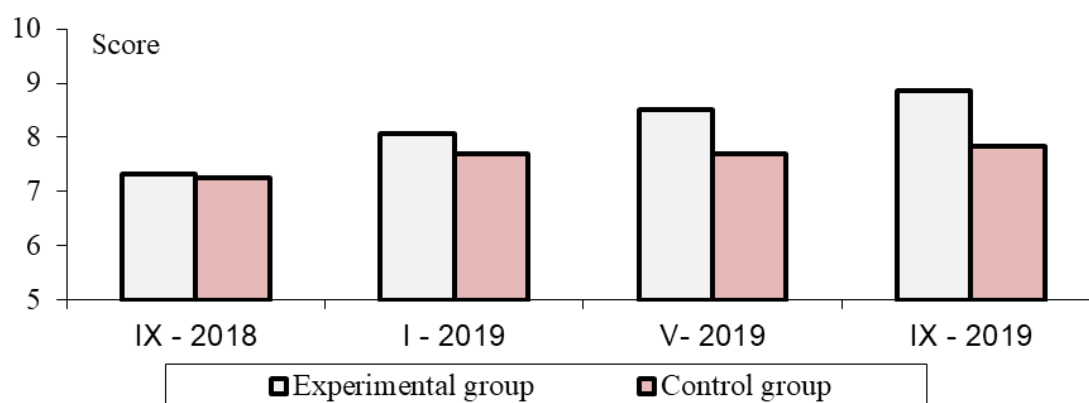


Fig. 1. The results of 4 control tests of SPhT for the gymnasts of experimental and control groups.

Table 1. The results of preliminary and final control tests on the SPhT of experimental (EG) and control (KG) group gymnasts ($M \pm \delta$)

№	Control Tests (score)	EG		CG		t	P
		IX -2018	IX - 2019	IX-2018	IX - 2019		
1	Jump rope twist	5,5±0,20	8.10,21	5,7±0,14	5.8±0,17	2,95	<0,01
2	Split between two chairs	7,0±0,27	8,7±0,32	6,3±0,15	7.0±0,14	2,65	<0,05
3	Holding legs without gripping: forward, to side	8,1±0,32	8,6±0,4	7,9±0,31	7,9±0,22	1,7	>0,05
4	180° equilibrium with grip: forward, side, backward	7,8±0,22	8,8±0,22	8.0±0,30	8,1±0,27	1,8	>0,05
5	90° leg raises on gymnastic wall for 30 sec.	7,7±0,17	9,2±0,21	7,7±0,23	8,45±0,3	1,65	>0,05
6	Double under jump rope drills for 30 sec.	8,1±0,32	9,7±0,23	8,0±0,30	8,5±0,32	2,5	<0,05
7	Backward tilt with grip (score)	7,4±0,21	9,7±0,27	7,5±0,30	8,2±0,31	2,7	<0,05
8	Forward tilt with a bench	7,0±0,19	8,7±0,21	7,0±0,19	7,4±0,22	2,1	<0,05
9	Running 30m.	7,35±0,2	8,27±0,2	7,25±0,2	7,78±0,3	1,75	>0,05
10	SPhT Average	7,32±0,2	8,87±0,2	7,26±0,2	7,68±0,2	2,45	<0,05

At the same time, at the final stage of scientific research, the absolute result of experimental group gymnasts exceeds the control data by an average of 10.8%.

To determine the quality of competitive exercises with objects at the end of the pedagogical experiment, a method of expert assessments is used. Signs of the standard technique proposed by L.A. Karpenko (2003) were used along with the scale of errors for each element, which allowed agreement on the opinion of experts. As a result the following was concluded:

1. Regarding all the control exercises and official competitions, the results of EG gymnasts are reliably increased and most significantly exceed the data of the control group by the end of the experiment (Figure 2).

2. With an equal number of technical errors, CG gymnasts made significantly more errors of coordination nature (Table 2, Figure 3).

3. EG gymnasts mostly make insignificant technical errors, while CG gymnasts make significant ones, mainly in terms of technique itself (1, 2, 7).

Since the main task in preparing young gymnasts for exercises with objects is the quality of their performance at the competitions, the results of the championship of the Specialized Children's Youth Sports School of the Olympic Reserve were analyzed at the end of the experiment. The CMS standard was met by 8, MS standard by 9 EG gymnasts, while only 4 CG gymnasts met the requirements of CMS and 3 CG gymnasts met the requirements of MS. This fact also confirms the effectiveness of the developed method.

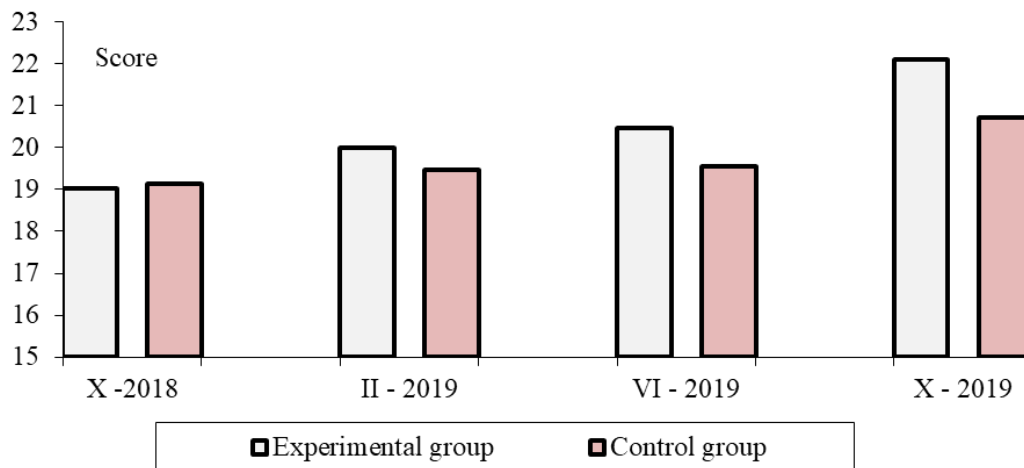


Fig. 2. The results of the 4th rhythmic gymnastics competition for both examined groups of gymnasts.

Table 2. Results of preliminary (X-2009) and final (X - 2010) competitions of Experimental (EG) and Control (CG) gymnasts groups

№	Types of all-around	EG		CG		t	P
		X-2018	X - 2019	X-2018	X - 2019		
1	Ribbon	19,21	21,81	18,95	20,81	2.2	<0,05
2	Hoop	19,08	21,81	19,15	20,24	2.6	<0,05
3	Ball	19,23	22,30	19,35	20,91	2.8	<0,05
4	Mace	19,97	22,53	19,10	20,81	3.2	<0,01
5	Average	19,04	22,11	19,13	20,71	2.1	<0,05

Conclusions. In accordance with the result of the work done, special physical qualities were determined and the level of technical skill required for gymnasts to successfully work with objects was revealed:

- it is proposed to classify errors in the manipulation of objects made by gymnasts during exercises with them;
- the disadvantages of the existing training method of gymnasts were identified; an experimental method of training 12-14 year old gymnasts for exercising with objects was developed;
- the high effectiveness of the application of the experimental method was proved in comparison with the method that is widely used today.

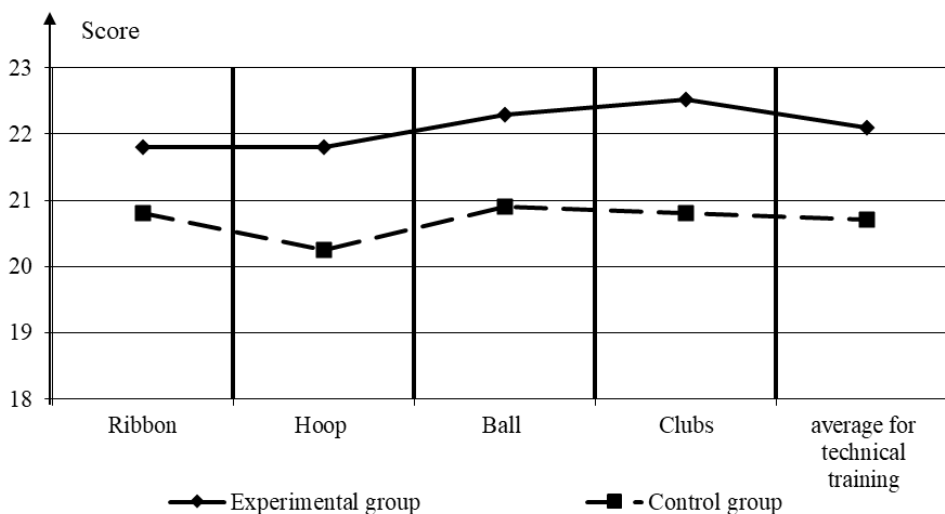


Fig. 3. The results of concluding (main) all-around competitions for both examined groups (September 2019)

REFERENCES

1. Arkhipova J.A., Karpenko L.A. Method of basic training of gymnasts in exercises with objects; published by SPBGAFK named after P.F. Lesgaft, 2001. – p. 24.
2. Viner-Usmanova I.A. Integral training in rhythmic gymnastics. Autoref. dissertation. ... by Dr. of Ped. Sciences. St. Petersburg, 2013. – p. 47.
3. Govorova M.A. Pleshkan A.V. Special physical training of young athletes of high qualification in rhythmic gymnastics: Learning tutorial. – M.: Russian Federation of rhythmic gymnastics, 2001. – p. 50
4. Osipova E.B. Jumping training of athletes in rhythmic gymnastics on the basis of objective indicators of the quality of performing profiling exercises. Dissertation for a scientific degree by the candidate of Ped. Sciences. St. Petersburg, 2019, – p. 228.
5. Pakhomova L.E., Nikolaeva E.S. Method of training young athletes in rhythmic gymnastics to perform exercises with objects/Physical culture: education, training. 2006. (5). p. 30-32
6. Suprun A.A. Technological approach to the process of profiling training in rhythmic gymnastics based on the individual characteristics. Dissertation for a scientific degree by a candidate of Ped. Sciences. St. Petersburg, 2013, – p. 299.
7. Theory and method of physical training in rhythmic and aesthetic gymnastics: learning tutorial for university students in the field of training. 034300.68 – Phys. culture/under common ed.: L.A. Karpenko, O.G. Rumba. - M.: Sov. Sports, 2014. – p. 264.
8. Rhythmic gymnastics. A textbook for coaches, teachers and students of physical education institutes. /Under the general ed. of prof. L.A. Karpenko. M.: 2003. – p. 384.

PHYSIOTHERAPY AS A MEANS OF IMPROVING THE PHYSICAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCE OF YOUNG TRIATHLETES

Niyazova Regina Rustamovna,

Scientific applicant, Uzbek State University of Physical Culture and Sports,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6004-9215>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7212

ARTICLE INFO

Received: 27 July 2020

Accepted: 13 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

Physical education, physical culture, functional state, means of physiotherapy, recovery process.

ABSTRACT

The article deals with the problem of finding methods of restorative means that increase the body's performance and search for integral characteristics of the effectiveness of adaptation of the athlete's body to high volume and intensity of training and competitive loads.

Citation: Niyazova R. R. (2020) Physiotherapy as a Means of Improving the Physical and Functional Performance of Young Triathletes. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7212

Copyright: © 2020 Niyazova R. R. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Relevance of the research. In recent years, the state policy of the Republic of Uzbekistan has given priority to promoting physical culture and various sports, promoting a healthy lifestyle among the population, and ensuring the country's worthy performance in the international sports arena. This is confirmed by a Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On measures for further development of physical culture and sports" dated 3 June 2017 presidential decree of the Republic of Uzbekistan № 2821, dated March 9 2017 year, "About preparation of athletes of Uzbekistan to the XXXII summer Olympic and the XVI Paralympic games in 2020 in Tokyo (Japan)", the decree of the President of the Republic of Uzbekistan from 24.01.2020 year "On measures on further improvement and promotion of physical culture and sport of the Republic of Uzbekistan», previously published resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan from 13.02.2019 year "On approval of the national concept for the development of physical culture and sports of the Republic of Uzbekistan for the period 2019-2023 of the years", at the moment approved the draft of a legal document Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan from 2019 year "On measures for further development of triathlon in the Republic of Uzbekistan". In our opinion, these legal acts are evidence of the Republic's leadership's concern for the health and physical development of the country's population, as well as they provide an opportunity for people of all ages to engage in their chosen sport, thereby ensuring mass participation in physical culture and sports (1, 2).

The development and popularization of triathlon in Uzbekistan is one of the significant factors that stimulate the interest of the General population in this sport. Nowadays, the significance of triathlon is rapidly increasing as a sport that is a multi-sport race, consisting of continuous sequential passage of its participants through three stages, each of which comes from an independent cyclical sport.

Regular triathlon classes help reduce the risk of heart disease, prevent diabetes, strengthen the muscle corset, develop coordination abilities and vestibular apparatus, increase the body's immune system and increase the life expectancy of those involved.

But it should be remembered that high-performance sports have specific requirements for the physical fitness of athletes, functional capabilities and physique. Therefore, there are certain

differences in the content and methods of physical training in a particular sport, for athletes of different ages and qualifications. In the course of the above, the issues of methodology for testing individual components of functional and physical fitness of a triathlete, evaluating their interaction and searching for integral characteristics of the effectiveness of adaptation of the athlete's body to large and near-limit training and competitive loads become particularly relevant. Also of interest are the issues of methods of restorative means that increase the body's performance and search for integral characteristics of the effectiveness of adaptation of the triathlete's body to high volume and intensity training and competitive loads (4, 5, 7).

In recent years, the following types of physiotherapy have become widely used in sports and health practice: massage, acupuncture, vibration stimulation, electrical stimulation, laser, magnetic and magneto-laser stimulation, and others (6, 7).

In order to achieve stimulating effects for those engaged in physical culture and sports, we studied the results of studies by Osipova N.V., Antipova T.K., Balabokhina T.V., Brook T.M., Titov V.A., which revealed the most pronounced response of the cell in restoring its functions under the influence of NIMLI, which is a combined version of exposure to magnetic and laser radiation, that is, low-intensity magneto-laser radiation (LIMLR) (5, 7).

The aim of the research. To determine the influence of LIMLR on the functional capabilities and physical indicators of young triathletes who are members of the national team of the Republic of Uzbekistan.

The task of the research. 1) Analyze physiotherapy tools and methods for restoring the body of athletes; 2) Specify the features of the use of restorative and stimulating tools and methods in the process of training triathletes at the stage of improving sports skills; 3) Determine the effectiveness of the use of magnetic laser stimulation methods on the body of young athletes.

Organization of research. When choosing the parameters of changes in the functional state, we took into account the work of N.V. Osipova, T.V. Balabokhina, T.M. Brook, V.A. Titov, as well as the results of our preliminary research. Based on this, the following indicators were selected: standard deviation (SDNN), variance (D), mode (Mo), mode amplitude (AMoSDNN), voltage index of regulatory systems (SI), total power of the spectrum (TP), activity indicator of regulatory systems (AIRS). Cardiointervalogram were carried out before the cycles and after cycles of magnetic-laser exposure (5, 7).

Study results. Changes in the functional state of young triathletes under magneto-laser exposure, in order to prevent fatigue and improve performance, are shown in table 1.

It should be noted that six of the seven parameters decreased their values by 3.28-23.68%. The increase in mod values (Mo) by 20.01 MS, or 2.08%, can be explained by the fact that the athlete's body takes a more stable level of functioning for these conditions.

Tests that reveal the level and monitoring of the overall physical fitness of young triathletes were selected as indicators of the effectiveness of the influence of LIMLR. For an objective interpretation of the results obtained, the relative changes in the test parameters of the subjects under magneto-laser stimulation of performance were considered (table 2). For the convenience of analysis and interpretation of these indicators, the levels of their changes were considered in relative form – in %.

Table 1. The parameters of the functional condition of young triathletes when the magneto-laser effect

№	Parameters	Parameter value		Parameter change	
		before the course	after the course	absolute	relative %
1	SDNN	63,31	51,04	-12,27	-18,09
2	D	3751,05	3140,70	-610,35	-16,22
3	Mo	743,24	763,25	20,01	2,08
4	AMoSDNN (%/SDNN)	37,08	33,42	-3,66	-10,14
5	SI	64,25	62,13	-2,12	-3,28
6	TP	3181,13	2601,87	-579,26	-18,68
7	AIRS	4,87	3,64	-1,23	-23,68

Table 2. Levels of relative changes (%) in the results of test indicators for monitoring physical fitness during magneto-laser stimulation of performance of young triathletes

№	Indicators	Youths	
		Control group (n=15) %	Experimental group (n=15) %
1	Running 5000 m	-11,0	-22,1
2	Running 30 m	- 7,9	-13,7
3	Long jump cm	- 1,7	0,08
4	Pulling up the torso	4,2	21,0
5	The index of physical readiness	0,13	19,5

As a result, a clear superiority of the experimental group (EG) over the control group (CG) was revealed. The most noticeable improvements were noted in the EG endurance tests (by 22.1%). The smallest shifts were observed in the speed-power test – jump from a place (by 0.08%). Significant ranges of differences were found in strength tests (21.0 %). The total indicator of physical fitness monitoring – the level of the physical readiness index (PRI), in EG athletes increased by 19.5 points, which indicates a positive effect of LIMLR on the body of young triathletes. In CG, even a decrease in PRI was noted (0.13 points).

Functional tests and tests were used to make a more objective assessment of the effectiveness of the LIMLR method. The results obtained are presented in relative form in table 3.

Table 3. Relative changes (%) in the results of functional tests and tests during magneto-laser stimulation of performance of young triathletes

№	Tests	Control group (n=15) %	Experimental group (n=15) %	Differences between CG and EG
1	Harvard step test	3,81	5,81	2,00
2	PWC ₁₇₀	15,26	17,48	2,22
3	Rufier functional tests	-9,52	-11,81	-2,29
4	“to failure ”	13,46	17,78	4,32

The largest differences between the groups were observed in the “to failure ” test (the maximum possible number of squats) and amounted to 4.32 %. Improvements were also noted in other indicators we considered: Rufier functional tests (2.29 %), the Harvard step test (2.00%), and PWC₁₇₀ (2.22 %). These differences allowed us to note the higher capabilities of the EG subjects who underwent a course of magneto-laser stimulation.

Thus, as a result, the subjects who underwent a cycle of magneto-laser stimulation had a clearly positive effect, which was expressed in subjective feelings of good recovery by the next training day, a sharp decrease in muscle pain, improved sleep and muscle relaxation, and good tolerance of training loads. All the athletes of the experimental group completed the planned training loads in full.

Conclusions. The results of our research show that the use of low-intensity magneto-laser radiation (LIMLR) as a stimulating and physiotherapeutic agent is appropriate for professional sports. However, the method of using LIMLR for athletes should differ due to the specific goals of their physical activity and the tasks of solving the latter.

The effect of low-intensity magneto-laser radiation is advisable to carry out taking into account the tasks of the stages of training of the athlete, as well as taking into account the duration of the stimulating effects. At the same time, a complex solution of stimulating and therapeutic tasks is possible, in particular, immunostimulation and recovery of performance. At the same time, it is desirable to take into account that immunostimulation also has a positive effect on the functional state and physical qualities of the athlete.

REFERENCES

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated 24.01.2020 year "on measures for further improvement and popularization of physical culture and sports in the Republic of Uzbekistan"
2. Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated 13.02.2019 year "on approval of the national concept for the development of physical culture and mass sports of the Republic of Uzbekistan for the period 2019-2023 years"
3. E. N. Danilova, Andriyan Khristoforov, L. I. Verigo, Natalia Arkhipkina, Tatiana Luchiskens. Triathlon: theory and practice of training. Monograph. - M., "Physical culture", 2015.
4. Nikitushkin V. G. Long-Term training of young athletes. Monograph. - M., "Physical culture", 2010.
5. Osipova N. V., Antipova T. K., Balabokhina T. V., Brook T. M. Influence of low-intensity laser radiation on the level of physical performance and hormonal status of ski students. - Collection of materials of the Russian scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Kaluga state pedagogical University named after K. E. Tsiolkovsky and the 15th anniversary of the Smolensk humanitarian University "Topical issues of rehabilitation in the XXI century". - Smolensk. - 2008. - p. 169-170.
6. The program of comprehensive training of triathlete athletes as a means of improving the effectiveness of training / L. I. Verigo, E. N. Danilova, A. N. Khristoforov // Lead. Krasgau, 2014, No. 7, Pp. 239-242.
7. Titov V. A. Influence of low-intensity laser irradiation on the manifestation of speed and strength qualities and indicators of special performance of athletes / T. V. Balabokhina, V. A. Titov, P. A. Terekhov // Therapeutic physical culture and sports medicine. - 2011. - No. 9. - Pp. 33-36

PHARMACY

**ІННОВАЦІЇ В НАНОМЕДИЦИНІ ТА
НАНОФАРМАЦІЇ****Брубейкер І. О.,**

к.фарм.н., доцент, Кафедра фармацевтичного менеджменту, клінічної фармації, технології ліків, ПБНЗ «Київський медичний університет», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0049-9513>

Білан О. А.,

старший викладач, Кафедра фармацевтичного менеджменту, клінічної фармації, технології ліків, ПБНЗ «Київський медичний університет», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2720-6864>

Марченко-Толста К. С.,

асистент, Кафедра фармакології, клінічної фармакології, патофізіології, ПБНЗ «Київський медичний університет», Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7744-5874>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7164**ARTICLE INFO****Received:** 19 July 2020**Accepted:** 15 August 2020**Published:** 30 September 2020**KEYWORDS**

nanomedicine; nanopharmacy;
nanobiosensors; theranostics;
nanotoxicology; nanorobots.

ABSTRACT

The review examines current trends in the development of biomedical nanotechnology, its application in various fields of medicine and prospects for further development. Among the main directions — monitoring and control of delivery, distribution and use of drugs; nanobiosensors; diagnostics of pathological states; theranostics; use of nanostructured materials in regenerative medicine; nanotoxicology; nanophytopharmacy; green synthesis; development of new nanobiotech devices and nanorobotics.

Citation: Brubaker I. O., Bilan O. A., Marchenko-Tolsta K. S. (2020) Innovations in Nanomedicine and Nanopharmacy. *World Science*. 7(59). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30092020/7164](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7164)

Copyright: © 2020 **Brubaker I. O., Bilan O. A., Marchenko-Tolsta K. S.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. У попередніх оглядах [2, 3] ми дослідили розвиток нанофармації в таких напрямках, як розробка наноліків (*nanodrugs*) та нанорозмірні системи доставки ліків (*nanoscale drug delivery systems, nanoDDSs*). В цій статті продовжимо огляд сучасних інновацій у нанофармації та деяких важливих напрямків розвитку нанотехнологій, які мають прикладне застосування в різних областях медицини.

Сьогодні наномедицина — це активна зростаюча область досліджень. За останні 40 років кількість виведених на ринок фармацевтичних продуктів (терапевтичних агентів та носіїв активних лікарських речовин), які розроблені на основі наноструктур або з використанням нанотехнологій, значно зросла. Так, за даними аналітиків, у 2016 році об'єм глобального ринку препаратів, виробів та досліджень у галузі «наномедицина» перевищив 112 млрд., а до 2023 року при сучасних темпах зросту у 12,6% на рік, як очікується, досягне 261 млрд. долл. [13].

Розвиток нанобіотехнології та нанофармації має величезний потенціал, включаючи викорінення практично кожної відомої хвороби людини (в тому числі, старіння) та захист

людського організму від будь-якого відомого чи невідомого токсину, мікроорганізму або збудника інфекції через посилення імунної системи. Окремий предмет «наномедицина» вже з'явився в медичних університетах і коледжах, ставши невід'ємним компонентом багатьох навчальних програм.

Мета дослідження. Метою роботи є дослідження сучасних тенденцій розвитку нанотехнологій та інновацій у фармації та медицині.

Методи дослідження. Аналіз літератури (першоджерел), порівняльний аналіз різних методичних підходів, контент-аналіз текстів.

Результати дослідження. Донедавна більшість експериментів у наномедицині були зосереджені на поліпшенні профілів існуючих ліків та вдосконаленні систем їх доставки, проте останнім часом спектр напрямків, до яких докладають зусилля вчені та клініцисти, значно розширився. Розглянемо декілька цікавих спрямувань розвитку наномедицини та нанофармації, в яких сконцентрована найбільша кількість інновацій.

1. Моніторинг і контроль доставки, розподілу та використання ліків. В адмініструванні наноліків зараз використовуються нанорозмірні пристрої — гібридні системи з наночастками (НЧ). Простота модифікації хімії поверхні НЧ дозволяє приєднувати до них різні молекули націлювання (*targeting*) та терапевтичні молекули. Складні наноструктури можуть бути зібрані з використанням різних «будівельних блоків» з великою кількістю функцій — не лише терапії, а й прицілювання, виявлення та отримання зображень, збору та передачі даних і т. ін. *NanoDDSs*, що містять і діючі молекули, і візуалізуючі агенти, призначені саме для контролю точної, адресної доставки наноліків до місця призначення.

При пасивному націлюванні функціоналізовані цільовими компонентами НЧ накопичуються, що призводить до більш високого градієнту діючої речовини в певних тканинах, органах або в пухлині — у порівнянні з нормальними тканинами (ефект посиленого проникнення та утримання), а отже й більшій ефективності терапії. Щоб контролювати цей процес, використовуються різні пристрої та методи візуалізації:

- наноелектронні біосенсори та нанорозмірні мікрочіпи;
- ядерно-магнітний резонанс (магнітні частки);
- плазмонний резонанс (наночастки металів);

— детектування специфічної флуоресценції небіогенного (квантові точки) або біогенного (флуоресціюючий білок) походження.

Активне націлювання може відбуватися з використанням більш складних «інтелектуальних» платформ (*smart DDSs*). Нанорозмірні платформи мають розширену функціональність, включаючи внутрішнє та зовнішнє стимул-реагування на патологічну область з високим ступенем націленості (прицільності) на конкретні тканини, клітини або рецептори. Контроль у стимул-реагуючих наноплатформах відбувається:

— внутрішній: за рахунок вбудованих нанорозмірних перемикачів — тригерів (таких, як *pH*, окисно-відновний потенціал, ферментативна активність, температура);

— зовнішній: за допомогою пристроїв, які дозволяють здійснювати жорсткий просторово-часовий контроль активності (системи, що спрацьовують на електромагнітні, температурні, світлові, магнітні, радіаційні та ультразвукові тригери).

«Розумні» зонди дають можливість не тільки простежувати рух та метаболізм ліків в організмі, а й керувати ззовні процесом їх вивільнення або активації. Дослідниками вже розроблено електрохімічні протоколи для моніторингу в реальному часі кінетики виділення з терапевтичних НЧ лікарських речовин [11]. Постійний контроль у режимі реального часу того, наскільки добре пацієнти реагують на терапевтичні втручання, дозволяє підібрати індивідуальні дози препаратів і оптимізувати лікувальні протоколи.

2. Розробка та доставка вакцин. Це окремий напрямок *DDSs*. Вакцини мають бути стабільними та щадними (діяти при введенні менших доз). В якості платформних технологій для розробки сучасних вакцин використовуються збірні наноплатформи, що мають унікальні властивості та придатні до модифікації. Зараз дослідники намагаються використовувати субодиничні антигени, що є набагато більш безпечними та менш імуногенними (див. рис. 1). Для оптимізації роботи цих антигенів-носіїв мають значення розмір, поверхневі властивості, полімерна композиція та структурна архітектура наносистем.

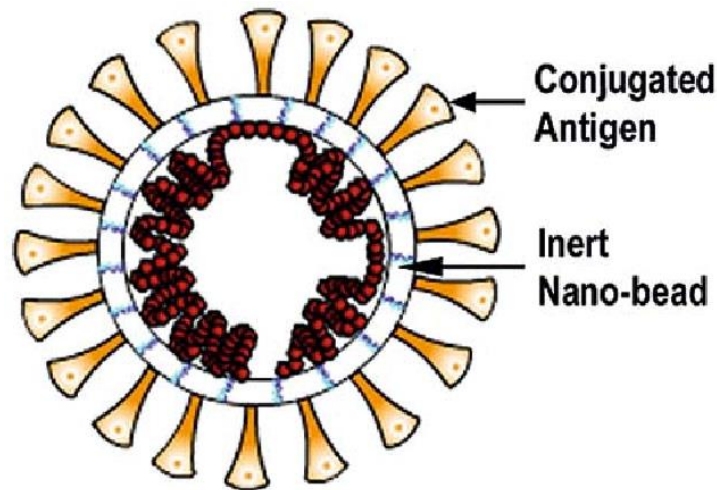


Рис. 1. Тверда інертна кулька з поверхнево-адсорбованим антигеном [12]

Для транспортування нановакцин (вірусних систем на основі НЧ) застосовуються різні техніки:

1) генетична імунізація шляхом введення ДНК-вакцин (мікроін'єкція, електропорація, сонопорація, балістична трансфекція, під дією високого тиску, у складі живого бактеріального вектора, упаковка в ліпосоми, у складі поліплексів);

2) використання ад'ювантів — допоміжних речовин, які підсилюють та/або модулюють імунні відповіді на антиген (емульсії, НЧ, імуностимулюючі комплекси та ліпосоми, які націлюють асоційовані антигени на антигенпрезентуючі клітини);

3) використання НЧ — *DDSs* можуть фокусувати вплив ад'ювантів на ключові клітини імунної системи та обмежувати системний розподіл ад'юванта, що дозволяє мінімізувати побічні ефекти;

4) використання трансгенних рослинних вакцин (обраний ген кодується для обраного антигену і модифікується, що при пероральному прийомі викликає сильну імунну відповідь організму).

Дуже перспективним напрямком є розробка тривимірних нановакцин (*3-dimensional nanovaccines*). Нанорозмірні стрижні в рідкому розчиннику вводяться під шкіру пацієнта, де вони самостійно збираються в тривимірну структуру. Стрижні складаються з серії нано-пір, які вивільняють сигнальні хімічні молекули й антигени, що активують дендритні клітини всередині організму. Ці клітини поширюються в організмі, попереджаючи білі кров'яні тільця та викликаючи імунну відповідь. Даний метод вакцинації може використовуватися для лікування різних захворювань, оскільки хімічні речовини та антигени в нанострижнях можна змінювати [4].

3. Регенеративна медицина. Нанотехнології використовуються для тканинної інженерії (*tissue engineering*) — протезування та відновлення тканин і органів на місці: для зростання та проліферації стовбурових клітин застосовуються каркаси з біосумісних і здатних біологічно руйнуватися полімерних наноматеріалів, а для маніпулювання стовбуровими клітинами — доставка генів на основі наноматеріалів. Використання біоматеріалів з нано-текстурованими характеристиками поверхні дозволяє імітувати різні види позаклітинних матриць, що прискорює регенерацію тканин практично на будь-яких поверхнях (наприклад, судинної, серцевої, хрящової, сечового міхура і тканин головного мозку), пригнічуючи водночас імунні реакції та запобігаючи інфекціям. Наприклад, синтетичні фосфати кальцію (*CaPs*) з нанометричними розмірами мають індивідуальні характеристики поверхні та колоїдну стабільність, що забезпечує використання біокераміки для реконструкції дефектів кісткової тканини.

Нанопристрої також можуть захищати пересажені органи: перфорована порами поверхня НЧ пропускає маленькі молекули (такі, як кисень, глюкоза та інсулін) і перешкоджає проходженню великих молекул, таких як імуноглобуліни. Ці властивості можна використовувати для лікування цукрового діабету, наприклад, при імплантації під шкіру пацієнтові мікрокапсул, що містять клітини підшлункової залози. НЧ забезпечать імуноізоляцію (*immunoisolation*) такого імплантату, «приховуючи» його від імунної системи людини [20].

4. Нанобіосенсори. Наносенсори/нанобіосенсори (*nanobiosensors*), розроблені з використанням нанорозмірних наноматеріалів, мають високий рівень чутливості щодо детектування хімічних речовин (навіть поодиноких молекул), біомолекул або біомаркерів, бактерій чи вірусів. При розробці нанобіосенсорів використовуються архітектури, засновані на функціоналізованих поверхнях металевих НЧ (*ZnO*, *CdS*, *Au*), оптичних резонаторах (оптичне волокно), механічних пристроях, нанодротах, аптамерах, вуглецевих нанотрубках, графені та нановолокнах. Нанобіосенсори допомагають розпізнавати, вловлювати та концентрувати біомолекули, що діють як контрастні речовини для візуалізації під час діагностики (*in vitro* та *in vivo*) та ідентифікації бактерій. Інформацію щодо наявності конкретного біомаркера або біомолекули вони передають шляхом зміни кольору, електричного струму або флуоресценції.

З часом нанобіосенсори стануть настільки надійними, що будуть створені лабораторії-на-кристалі (*lab-on-a-chip devices*) для швидкого та дешевого скринінгу захворювань, виявлення іонів металів (мікроелементів) і цілих клітин (вірусів, бактерій, ракових клітин), а також проведення широкого спектру аналізів на базі мізерних зразків тканин/рідин пацієнта.

5. Діагностика. НЧ можуть використовуватися для зондування клітинних рухів і виявлення молекулярних змін та/або окремих молекул, пов'язаних із патологічними станами (*disease marker molecules*). Нерідко наноконплєкси містять як лікарські препарати, так і візуалізуючі агенти (наприклад, контрастні речовини, барвники для оптичної реєстрації, магнітні НЧ і т. д.). Такі наносистеми включають до свого складу датчик зображень (металеві наночастки, квантові точки, флуорофори і т. ін.) та корисне навантаження — біоактивну молекулу (пептид, білок, нуклеїнову кислоту або терапевтичний препарат). Таке поєднання дозволяє отримувати зображення біорозподілу ліків, визначати масштаби захворювання, проводити цільову терапію та водночас оцінювати її ефективність.

Нанопристрої, що імплантуються (наприклад, «таблетки», що ковтаються, для візуалізації — *swallowable imaging 'pills'*), дозволяють проводити діагностику тканин та органів *in-vivo* у реальному часі, а екзосоми — робити нанобіопсію (*nano-biopsy*) пухлин. Все це разом створює новий міжгалузевий напрямок розвитку медицини на стику молекулярної візуалізації та наномедицини — «**тераностику**» (терапія + діагностика, *theranostics*), яка інтегрує в єдину систему специфічні цільові діагностичні тести та цільову терапію. Наприклад, сьогодні вже розроблюються тераностичні препарати (*theranostic agents*) — новий клас зондів, що дозволяють одночасно проводити мінімально інвазивну візуалізацію цільовій ділянці *in vivo* та моніторинг терапії (доставки/вивільнення/виведення ліків) в режимі реального часу.

Технології «орган-на-мікросхемі» (*organ-on-a-chip*), що засновані на мікрофлюїдних пристроях, вже використовуються дослідниками та клініцистами як нова модель «органу *in vitro*» для імітації морфології й функцій клітин, а технологія «тіло-на-мікросхемі» (*body-on-a-chip*) — для моделювання взаємодії цілих органів та систем. Ці технології відкривають нові перспективи вивчення дії вже відомих ліків та вакцин, а також розробки нових агентів — хіміотерапевтичних, біологічних, імунотерапевтичних і т. д.

6. Нанотоксикологія. Ті самі властивості, що роблять НЧ привабливими для терапії та діагностики (розмір, форма, характеристики поверхні, включаючи заряд й інші аспекти), можуть загрожувати здоров'ю пацієнта, тому зараз формується ще один новий напрямок медицини — «нанотоксикологія» (*nanotoxicology*). Ця галузь досліджує реакції живих організмів на нанопрепарати (рівень впливу, профілі системного накопичення та виділення, розподіл у тканинах і органах і т. ін.), розробкою більш ефективних і менш токсичних наноліків і схем лікування для окремих пацієнтів, вивченням токсичності відходів з НЧ та їх вплив на довколишнє середовище, включаючи воду та біоту [17].

7. Нанофітофармацевтика. Фітопрепарати й досі є основою більшої частини сучасної фармакології, але кількість розроблених універсальних агентів з лікарських рослин дотепер залишається доволі незначною через суттєві обмеження: їх низька та нестійка біодоступність (через погану водорозчинність та/або неповну абсорбцію), нестандартизований період впливу, швидкий та широкий метаболізм, а іноді й наявність помітних побічних ефектів. Інтеграцією принципів нанотехнології в процес виробництва ефективних фітоліків для подолання зазначених недоліків і повної реалізації потенціалу фітомолекул як лікарських засобів займається нанофітофармацевтика (*nanophyto pharmaceuticals*).

У процесі розробки нанофітолікв використовуються різні типи НЧ: полімерні НЧ, тверді ліпідні НЧ, магнітні НЧ, металеві та неорганічні НЧ, квантові точки, полімерні міцели, фосфоліпідні міцели, колоїдні наноліпосоми, дендримери. Різні типи НЧ виготовляються за допомогою різноманітних методів, таких як метод гомогенізації високого тиску [19, 6], комплексний метод коацервації [19], метод осадження та комплексного осадження [19], метод наноосадження або витіснення розчинника [19, 1], метод емульгування-дифузії розчинника [19], метод надкритичної рідини [19, 10] та метод самозбірки [19].

Як показують останні дослідження [8, 16, 18], поєднання НЧ з фітофармацевтичними препаратами покращує їх фармакокінетичний профіль, біодоступність і біоактивність, що в результаті підвищує терапевтичний потенціал. Вчені також постійно досліджують ефективність доставки фітолікв з використанням різних наноносіїв. Наприклад, в *IBAT (International Institute of Biotechnology and Toxicology, Padappai, India)* досліджується погано розчинний у воді наноемульгований етаноловий екстракт *Phyllanthus amarus Schum & Thonn* [5]. Результати експериментів показали, що при пероральному прийомі нанофітопрепарат виявляє кращу гепатопротекторну активність, ніж *Phyllanthus amarus Schum* (100 мг/кг маси тіла), а також значно нижчу токсичність.

8. «Зелений» синтез. Дослідження можливостей синтезу металевих НЧ з використанням рослинних екстрактів та мікроорганізмів було визнано ефективним і, що важливо, «зеленим» способом подальшого використання мікроорганізмів в якості «нанофабрик» [21]. Рослинні екстракти містять відновлювальні та стабілізуючі молекули, тому при додаванні солей металів зазвичай дають нанорозмірні частки. Проблемами залишаються контроль розмірів НЧ (використання часток із заданим розміром створює ліки з кращими властивостями, ніж суміш НЧ різного розміру) та відтворюваність результатів.

9. Наноробототехніка. Проектування та виготовлення мініатюрних (від 0,1 до 10 мікронів) нанобіосистем — один з найбільш вражаючих напрямків досліджень в області нанобіотехнологій та медичного приладобудування. «Нанороботи» (*nanorobots, nanobots, nanoids, nanites, nanomites*) складаються з різних компонентів, побудованих з нанорозмірних або молекулярних компонентів: джерело живлення, буферний бак для палива, датчики, двигуни, маніпулятори, бортові комп'ютери, насоси, напірні резервуари та структурна підтримка. Вони також можуть бути оснащені мікрокамерою, електродами, лазером, генератором ультразвукових сигналів, «хвостом» для плавання, мотором для руху, маніпуляторами та/або механічними «ногами» для забезпечення мобільності [9]. На сьогодні вже запропоновано декілька типів наноробототехнічних систем, наприклад: наноманіпулятори з можливістю маніпулювання нанорозмірними даними; біонаноробототехнічні системи на основі білків і ДНК; наноробототехнічні системи з магнітним наведенням; нанороботи на основі бактерій. Такі прилади можуть виконувати безліч завдань: запуск процесів (наприклад, вивільнення ліків у потрібному місці), маніпулювання, рух, сигналізація, збір даних та обробка інформації, дослідження, сумісна робота декількох наноботів («рою») і т. д.

Вже сьогодні імплантовані нанороботи вміють безперервно відстежувати рівень глюкози в крові, а наносенсори в катетерах передають дані хірургам. Спеціалізовані сенсорні нанороботи та «молекулярні машини» (*molecular machines*) можуть знаходити в організмі людини молекули-маркери для діагностики та молекули-мішені для лікування захворювань, таких як рак, діабет, атеросклероз, гемофілія і т. д. Але нанороботи можуть не тільки виявляти патології/дефекти, але й видаляти/коригувати пошкодження за допомогою наноманіпуляцій, проводити хірургічні операції (на очах, мікросудинах та внутрішніх органах), робити біопсію пухлин і т. д. Ефективність цих інструментів підвищує поверхнева функціоналізація, «біологізація» — створення біонанороботів (*bionanorobots*) на основі трансформованих бактерій, автономне живлення, вміння робити самодіагностику, дистанційне керування та зовнішня передача даних.

Крім того, в перспективі з'являться (зараз вони вже розробляються) наноелектронні пристрої, які зможуть виконувати певні життєво важливі для організму функції — свого роду «штучні клітини»: мікробівори (*microbivores*) — штучні механічні фагоцити; респіроцити (*respirocytes*) — штучні механічні еритроцити; дентифроботи (*dentifrobots*) — стоматологічні нанороботи; клоттоцити (*clottocytes*) — штучні механічні тромбоцити; фармацити (*pharmacytes*)

— пристрої для доставки фармацевтичних препаратів; хромаллоцити (*chromalloytes*) — нанороботи для доставки генів і проведення хромосомної замісної терапії [15].

Наприклад, мікробівори зможуть більш ефективно, ніж макрофаги, знищувати хвороботворні мікроорганізми — за рахунок більш тривалої циркуляції. Як очікується, вони будуть в 1 тис. разів швидше очищати організм від бактеріємії, ніж фагоцити з підтримкою антибіотиків. При цьому при «перетравленні» захоплених мікробів мікробівори будуть споживати до 200 пікоВатт безперервної потужності кожний, і не будуть створювати шкідливих відходів, оскільки вилучатимуться з циркуляції «природними» макрофагами. Фармацити (див. рис. 2) будуть доставляти ліки у важкодоступні місця, долаючи імунні бар'єри. Ці нанороботи (розмір 1-2 мк) здатні переносити у своїх баках препарати, забезпечувати цільову доставку лікарських засобів у точно визначений час в конкретні клітинні або навіть у внутрішньоклітинні місця призначення. Управління медичною наносистемою буде здійснюватися за допомогою механічних систем для сортувальних насосів. Такі нанороботи будуть забезпечені молекулярними маркерами або хемотаксичними сенсорами (*chemotactic sensors*), які гарантуватимуть точне націлювання. Джерелом живлення для них слугуватимуть глюкоза та кисень, отримані «на місці» — з крові, кишкової рідини чи гіалоплазми. Після виконання завдання нанороботи будуть видалені з організму або відновлені шляхом «наночерезу» (за допомогою центрифугування).

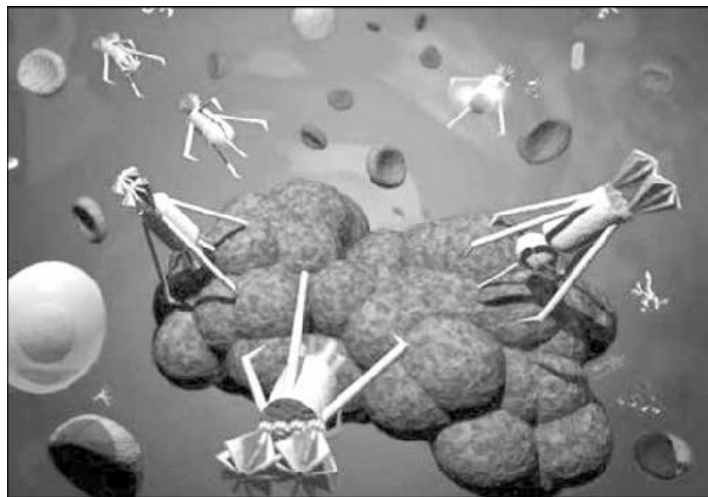


Рис. 2. Фармацити в дії на цільовій клітині [14].

У сфері застосування нанороботів, як очікується, будуть входити: лікування хвороб шкіри (у складі кремів), вірусних/бактеріальних інфекцій та артеріосклерозу, відновлення нормальної мікрофлори порожнини рота та емалі зубів (*nanodentistry*), мікрохірургія (судин, пухлин і т. ін.), руйнація ниркових каменів і т. п.

Висновки. При використанні нанотехнологій вже зараз значно підвищується ефективність лікування — за рахунок зменшення терапевтично ефективною дози та/або зниження ризику виникнення системних побічних ефектів. Образно кажучи, вони дають змогу «призначити потрібний препарат потрібному пацієнтові в потрібний момент». У перспективі дослідники очікують розробку наноматеріалів, що не розпізнаються імунною системою та модулюють імунну відповідь; штучних органел, клітин, ферментів і генів для замісної терапії хвороб, які пов'язані з дефіцитом ферментів, порушенням синтезу білків або мутацією генів. На черзі також розробка біоміметичних «розумних» біоматеріалів, які будуть реагувати на зміни в оточенні та самостійно формувати здорові тканини, стимулюючи конкретні регенеративні події на молекулярному рівні.

В майбутньому дослідники очікують величезного підйому в області нанобіотехнологій та медичної наноробототехніки, що призведе до суттєвих змін у підходах до лікування та збереження здоров'я людини. На думку футурологів, швидкий розвиток нанотехнологій може призвести до радикальної зміни не лише матеріальної культури та способу життя, а й самого біологічного виду *Homo Sapiens*, який стане видом, що біотехнологічно саморозвивається — *Nano Sapiens* [7].

ЖИТЕПАТҮПА

1. Anil M, Singh DK. Biodegradable nanoparticles are excellent vehicle for site directed in-vivo delivery of drugs and vaccines. *J Nanobiotechnology* 2011; 9: 55.
2. Brubaker I. O., Bilan O. A., Marchenko-Tolsta K. S. (2020) Review of Modern Approaches to the Development of Nanodrugs. *World Science*. 5(57), 55-59. Vol.2. doi: 10.31435/rsglobal_ws/31052020/7081.
3. Brubaker, I., Bilan, O., & Marchenko-Tolsta, K. (2020). Modern approaches to development of nano-systems for drug delivery. *World Science*. 1(6(58), 32-37. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062020/7102.
4. Critchley L. The Rise of Nanomedicine. *Nano magazine* 2018, Issue 04.
5. Deepa V, Sridhar R, Goparaju A, Reddy PN, Murthy PB. Nanoemulsified ethanolic extract of *Pyllanthus amarus* Schum & Thonn ameliorates CCl₄ induced hepatotoxicity in Wistar rats. *Indian J Exp Biol*. 2012;50(11):785-794.
6. Diab R, Jaafar-Maalej C, Fessi H, Maincent P. Engineered nanoparticulate drug delivery systems: the next frontier for oral administration? *AAPS J* 2012; 14: 688-702.
7. Grewal DS. Funding Nanotechnology-A Comparative Study of Global and National Funding. *Journal of Nanomedicine, Nanoscience and Technology* Vol. 2019, Issue 01, pp. 1-10.
8. Gunasekaran T, Hailea T, Nigussea T, Dhanarajub MD. Nanotechnology: an effective tool for enhancing bioavailability and bioactivity of phytomedicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2014, Vol. 4(1), pp. S1-S7. doi:10.12980/APJTB.4.2014C980
9. Kad D, Hodgar S, Thorat K. Nanorobotics: medicine of the future. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences* 2018, Vol. 7(8), pp.1393-1416.
10. Kalani M, Yunus R. Application of supercritical antisolvent method in drug encapsulation: a review. *Int J Nanomedicine* 2011; 6: 1429-1442.
11. Mora L, Chumbimuni-Torres KY, Clawson C, Hernandez L, Zhang L, Wang J. Real-time electrochemical monitoring of drug release from therapeutic nanoparticles. *Journal of Control Release* 2009, Nov 16;140(1):69-73. doi: 10.1016/j.jconrel.2009.08.002.
12. Nandedkar TD. Nanovaccines: Recent Developments in Vaccination. *Journal of Biosciences* 2009 Dec;34(6):995-1003. doi: 10.1007/s12038-009-0114-3.
13. Nanomedicine Market - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023. 2017, 190 p. Report ID: 5139404. www.researchandmarkets.com/reports/4403127/nanomedicine-market-by-modality-global.
14. Pallavi K, SRITEJA T. Pharmacyte — magical nano-bullet for drug targeting. *The Indian Pharmacist* Vol. XIII(09), 2016, March, pp. 15-20.
15. Rane J, Patil U, Patil N, Pawar P, Patil VR. Nanobaots: an overview. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences* 2019, Vol. 5, Issue 6, pp. 118-132.
16. Rohit S, Hazra J, Prajapati P. Nanophytomedicines: A Novel Approach to Improve Drug Delivery and Pharmacokinetics of Herbal Medicine. *Bio Bulletin* 2017, Vol. 3, pp. 132-135.
17. Rösslein M, Liptrott NJ, Owen A, Boisseau P, Wick P, Herrmann IK. Sound understanding of environmental, health and safety, clinical, and market aspects is imperative to clinical translation of nanomedicines. *Nanotoxicology* 2017, 11, pp. 147-49.
18. Sachan AK, Gupta A. A review on nanotized herbal drugs. *International journal of pharmaceutical sciences and research* 2015, Vol 3. [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6\(3\).961-70](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.6(3).961-70).
19. Sahni JK, Baboota S, Ali J. Promising role of nanopharmaceuticals in drug delivery. *Pharma Times* 2011; 43: 16-18.
20. Sandhiya S, Adithan S, Dkhar SA. Emerging trends of nanomedicine – an overview. *Fundamental and Clinical Pharmacology* 2009, July. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2009.00692.x.
21. Singh P, Kim Y-J, Zhang D, Yang D-C. Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in biotechnology* 2016 Jul;34(7):588-599. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.02.006.

ANALYSIS OF THE MODERN STATE OF SPORT NUTRITION DEVELOPMENT IN THE WORLD AND UKRAINE

Alla Nemchenko, Candidate of Economic Sciences, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Department of Organization and Economics of Pharmacy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1601-8881>

Viktoriia Mishchenko, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Assistant Chair of Department Organization and Economics of Pharmacy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8293-0978>

Olena Vynnyk, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of Department Organization and Economics of Pharmacy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5833-9240>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7206

ARTICLE INFO

Received: 27 July 2020

Accepted: 19 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

sports nutrition,
assortment,
analysis,
health promotion.

ABSTRACT

Today, such a segment of the market as sports nutrition (SN) is dynamically developing due to the active growth of interest in sports among the population (the average annual growth of the global SN market in the next five years will be from 8.1% to 11.0%), which is why the analysis the current state of SN development in the world and Ukraine is a pressing issue. There are 62.2 million citizens in Europe today, including 1.2 million Ukrainians. Currently, the global SN market is actively developing and valued at more than \$ 10 billion, and domestic at \$ 90 million. US dollars. Currently, a pharmacy network of online stores "Med-magazin.ua" Your Health and Beauty "is being developed in Ukraine, which together with preventive products offers SN. In the assortment of the network the dependency is established: foreign brands predominate - Weider (USA / Germany, 14,8%), Kevin Levrone (Poland, 13,8%), Optimum Nutrition (USA, 7,6%). Unfortunately, only 10.0% of the analysed products are manufactured in Ukraine (Levobol, Fitness Factor). The majority of SN is dry powder mixtures (65%); the predominant weight of SN is 0.500 kg (18%); dominated by taste: vanilla (17%), chocolate and strawberries (12% each); by designation proteins (62%) and fat burners (19%) are preferred. Currently, many scientists are paying close attention to the problems of analysing the feasibility and physiological importance of using SN products in the diets of both athletes and consumers seeking to lead an active, energetic and healthy lifestyle, so that monitoring of SN status in the world and in different countries is a pressing issue today.

Citation: Alla Nemchenko, Viktoriia Mishchenko, Olena Vynnyk. (2020) Analysis of the Modern State of Sport Nutrition Development in the World and Ukraine. *World Science*. 7(59). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30092020/7206](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7206)

Copyright: © 2020 Alla Nemchenko, Viktoriia Mishchenko, Olena Vynnyk. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. Sport nutrition (SN) – represents dietary supplements and food supplements consisting of complexes of carbohydrates and proteins, vitamins, minerals, micro- and macronutrients, as well as plant extracts, produced mainly for people who lead an active lifestyle and exercise [1]. The intake of SN is aimed at improving sports performance, increasing strength and endurance, enhancing health, increasing muscle volume, normalizing metabolism, achieving optimal body weight, and

overall increasing life quality and expectancy [2,3]. Unlike regular foods that can be digested for hours, sports supplements require minimal time and effort to digest. SN products belong to the category of dietary supplements, their proper use is only a supplement to the basic diet, which consists of ordinary foods, but not its complete replacement. Many dietary supplements from the range of SN are used for the prevention of diseases - products for joints and ligaments [3,4]. They can also be a supplement to the diet, of general non-sports people [5].

Materials and methods. The subject of the study is the analysis of the range of SN that were on the market in the world, as well as in Ukraine in the pharmacy network "Your Health and Beauty" online store "Med-magazin.ua" in 2018-2019; data from specialized sources, Internet sites. Object of research: sports nutrition market in the world and Ukraine, in particular the online store "Med-magazin.ua" and the pharmacy network "Your Health and Beauty". The study used the following methods: system analysis, comparison, statistical, graphical.

Results. Along with the growth of the market for fitness and sports services, its actual satellite - the SN market - is also actively developing [5, 6]. According to research companies, the average annual growth of the global SN market in the next five years will be from 8.1% to 11.0%, which in absolute numbers can reach \$ 90 billion worldwide [7].

Stages of formation and development of the world market of SN are presented in table. 1. [2].

Table 1. Stages of formation and development of the world market of SN are presented in table.

Stages	Years of development	Achievements relative to SN
I	1930s	The first studies of SN
II	1965	At the University of Florida, a team of scientists had developed a sports drink for the school football team
III	1970s	Research centres have opened to study athletes training and their nutritional needs
IV	1980s	They are considered the date of origin of the SN industry
V	1990 - present	Formation and development of SNs that are developed and manufactured based on scientific research in various fields

According to an international report from the European Health & Fitness Market, it is estimated that 62.2 million citizens are currently engaged in fitness in Europe, including 1.2 million Ukrainians [7]. Total revenues from fitness clubs amounted to EUR 26.6 billion (+3.8% in constant currency). The number of members increased by 3.2% to 59,055. Currently, the top 30 fitness club operators have 14.1 million members, amounting to 23.5% [7]. With a 5.3% increase in membership to 10.6 million, Germany has strengthened its position as the country with the highest membership levels followed by the UK (9.7 million), France (5.7 million), Italy (5.3 million) and Spain (5.2 million) [7].

Currently, the global SN market is actively developing and valued at more than \$ 10 billion. USA [7]. Research by experts of the Ukrainian Information and Analysis Platform FitnessConnectUA shows that in 2019, fitness consumers are more than 1 million people or 2.9% of Ukraine's population [8]. The annual turnover of the fitness services market of Ukraine is approximately USD 201.8 million. USA. In the near future, according to experts, these figures will increase. We support the opinion of the experts of the FitnessConnectUA platform who believe that the reference point for the development of the fitness and sports industry of Ukraine is the Republic of Poland. It should be noted that in 2016, the coverage of such services in this country was 7.2% of the population, and in 2019 - 7.9%. In comparison, a similar average European indicator is 10.3% [9].

Discussion. At present, there are tens of thousands of SN items under analysis in the sphere of circulation, and their nomenclature is constantly increasing every day, making it impossible to establish an exact figure [10]. SN classification is a tool of generalizing and ordering them, as well as a major action for further scientific research in the creation of new products [10]. Therefore, the issue of unified SN classification is relevant [11]. In the European countries, according to the recommendation of the Scientific Committee on Food of the European Commission of 2001, all foods for athletes are divided into 4 categories:

- category A - carbohydrate-rich energy nutrition products;
- category B - hydrocarbon electrolyte solutions;
- category C - proteins and protein components;
- category D - dietary supplements (essential nutrients and other food components) [12].

It should be noted that in Ukraine there is no unified classification of SN, which makes it impossible to assess the rationality of the range of products, compliance with consumer demand and forecasting development. Most scientists use the classification, initiated by prof. E.S. Tokaev - the basis is the division of products into 4 groups according to their purpose: drinks, products of a given chemical composition, etc. Most often SN is grouped by purpose (for weight adjustment, muscle mass development, acceleration of the body's recovery processes, protection of joints and ligaments, regulation of water-salt metabolism, etc.) or by composition (protein, protein-carbohydrate, hydrocarbon-mineral, vitamin-mineral, biologically active additives) [11].

In Ukraine, along with the increase in the number of pharmacies, the range is being constantly expanded, and supplemented by new groups and types of goods [13]. A considerable number of them belong to the category under the conditional name "goods that pharmacy establishments and their structural subdivisions have the right to buy and sell " (Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 23.11.2015 No. 764 «On Amendments to the List of Goods Authorized to Purchase and Sell by Pharmacy Establishments and Their Structural Units »). According to which pharmacies and their structural units have the right to sell "Functional Foods, Foods for Special Dietary Use (Including Baby Foods, Nutrition for Athletes and Seniors)" [14]. Previously, this group occupied only 1-2% from the total turnover of a pharmacy, but now its percentage is constantly growing and is about 10–12%. Despite the active growth of the domestic market, the main consumer of SN is professional athletes, and it is distributed through special trading networks [3, 15].

We have analysed the current state of SN circulation on the example of a network of pharmacy shops "Med-magazin.ua" Your Health and Beauty", which has a wide range of goods (including SN) that may be needed to support a healthy lifestyle. [16]. In our opinion, the implementation of SN in the pharmacy chain stores is advisable, since pharmaceutical specialists are able to provide the correct recommendations for the use of SN for the prevention of many diseases and as a supplement to the diet. At present, such networks operate in Kyiv (13), Kharkiv (4), Odessa (1), and Brovary (1). These goods can be ordered through the Med-magazin.ua online store. On the platform of the pharmacy network «« Med-magazin.ua »Your health and beauty» (as of 11/15/2019) in the interactive "Thematic sections" section "For sports and active recreation" offers a category - SN, where it is possible to place an order for a SN in 6 parameters: price (from 12-00 to 3913-00 UAH); weight (45 offers); manufacturer (20 manufacturers); taste (54 offers); release form [15]. We emphasize that it is possible to order SN through the online store "Med-magazin.ua", and it is possible to make a purchase only in pharmacies "Med-magazin.ua" Your health and beauty ".

In recent years, the domestic market of Ukraine is very saturated with goods for athletes and SN. Both imported and domestic analysed products of different manufacturers are available on the market [16]. A retrospective analysis of the countries producing the range of SN products distributed in the pharmacy network "Your Health and Beauty" in the online store "Med-magazin.ua" allowed us establishing that the vast majority of goods are imported [19]. In Ukraine, only 10.0% (2 companies: Levobol and Fitness Factor) are produced. The analysis shows that the bulk of this product group is produced by foreign producers 90.0% (18 companies) in countries such as: USA (75.0%), Poland (10.0%) and USA / Germany (5.0 %) (Fig. 1).

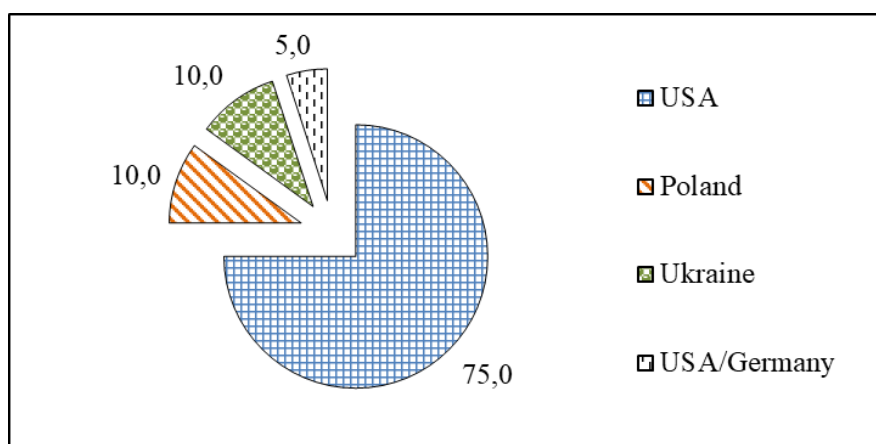


Fig. 1. Analysis of the range of sports nutrition by countries

At the time of the analysis, there are 20 SN manufacturers present in sales, with predominant (57.1%): Weider (USA / Germany, 14.8%), Kevin Levrone (Poland, 13.85%), Optimum Nutrition (USA, 7.6%), Universal Nutrition (US, 7.1%), BioTech (US, 7.1%), Dymatize (US, 6.7%). Fewer (42.9%) companies are such as: Levobol (Ukraine), Scitec Nutrition (USA), Fitness Factor (USA) by 0.5% accordingly (Fig. 2).

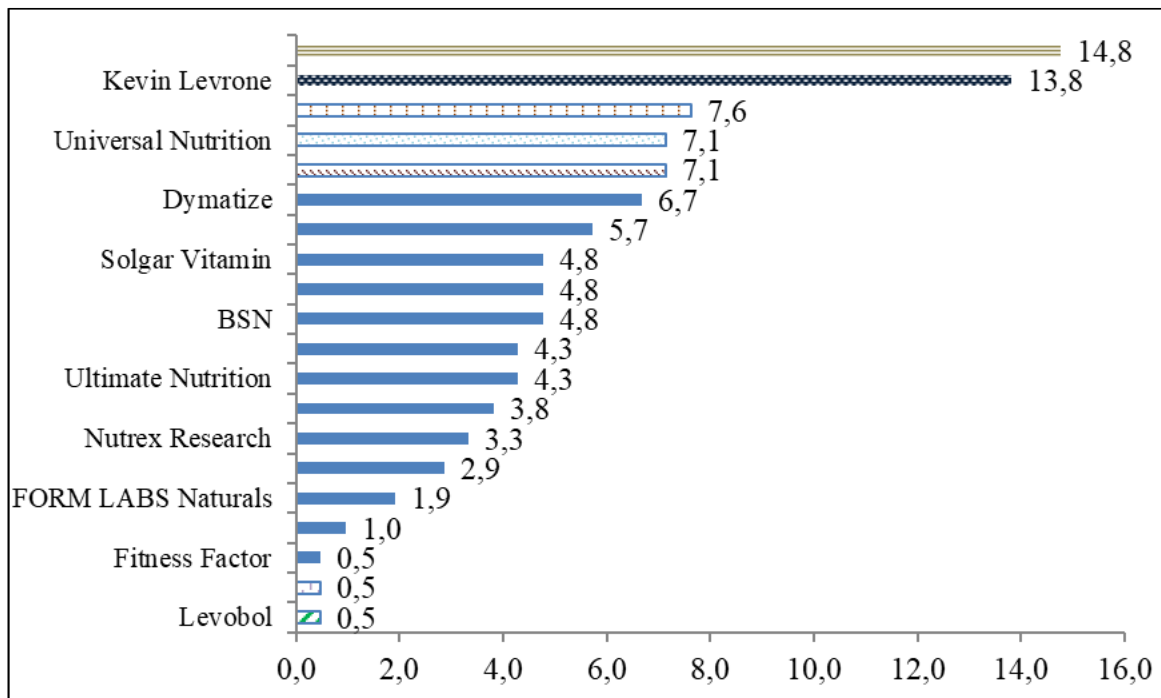


Fig. 2. Ranking of the range of sports nutrition by manufacturers

The next stage of our study was to analyse the structure of the assortment of the study group, which showed that SN are available in 5 forms (Fig. 3). Preference is given to solid forms (96%), which are the absolute leaders, respectively, liquid forms make only 4% [17]. Among the solid dosage forms, the leaders are powders (dry mixtures, 65.0%), capsules occupy the middle position (21.0%), the least present are tablets (6.0%) and bars (4%). Powders and capsules have been found to be the most attractive forms for the use of SN [17].

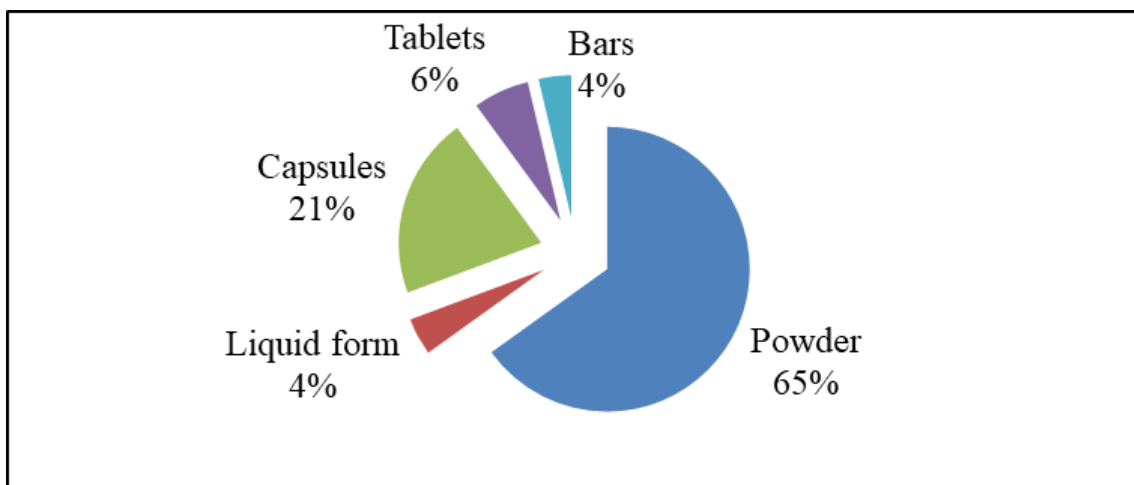


Fig. 3. Analysis of sports nutrition by release forms

As a result of the analysis of solid forms of SN by weight, 45 proposals were found. The predominant weight of SN is 0.500 kg, which is 18.8% of the total (Table. 2).

Table 2. Analysis of proposals of solid forms of SN by weight

Weight (kg, g)	Quantity (packs)	% of total	Weight (kg, g)	Quantity, (pcs.)	% of total	Weight (kg, g)	Quantity (packs)	% of total
1,800	6	4.5	1,000	7	5.3	1,080	1	0.8
0,400	2	1.5	0,908	1	0.8	0,360	4	3.0
0,907	4	3.0	5,400	1	0.8	5,500	1	0.8
1,814	3	2.3	0,435	3	2.3	0,080	3	2.3
2,270	11	8.3	4,695	1	0.8	7,250	1	0.8
4,500	1	0.8	0,3	5	3.8	0,045	1	0.8
0,500	25	18,8	4,540	3	2.3	0,303	1	0.8
2,390	1	0.8	0,892	1	0.8	0,100	2	1.5
0,900	10	7.5	2,347	1	0.8	0,525	1	0.8
1,818	1	0.8	0,215	1	0.8	0,03	1	0.8
2,300	1	0.8	0,250	2	1.5	0,200	1	0.8
1,320	1	0.8	5,040	2	1.5	0,025	1	0.8
2,273	1	0.8	0,750	4	3.0	0,060	1	0.8
2,722	2	1.5	2,336	2	1.5	2,268	1	0.8
2,200	3	2.3	6,8	6	4.5	0,540	1	0.8
								Z = 100%

According to the results of the analysis of the *volume* of liquid SN the advantage of 500 ml (66.7%) SN has been established, namely: L-Carnitine + Chrome Pear - apple Fat Burner BioTech 500 ml (USA); Thermo drine liquid Grapefruit fat burner BioTech 500 ml (USA) et al.

Analysis of the taste of SN has revealed that there are currently 54 options. Leading positions occupy such flavours of SN as: vanilla (17,1% share or 20 pieces on sale); chocolate and strawberries (equal in value - 14 pcs, 12,0%%).

The results of the analysis on the distribution of SN by action on the platform "Med-magazin.ua" Your health and beauty " has found that predominate (62.7%) - proteins (42.9% - Casein Protein Vanilla Weider 500 g, USA/Germany)) and fat burners (19.8% - L - carnitine Xtreme Dymatize 60 caps, USA) (Fig. 4).

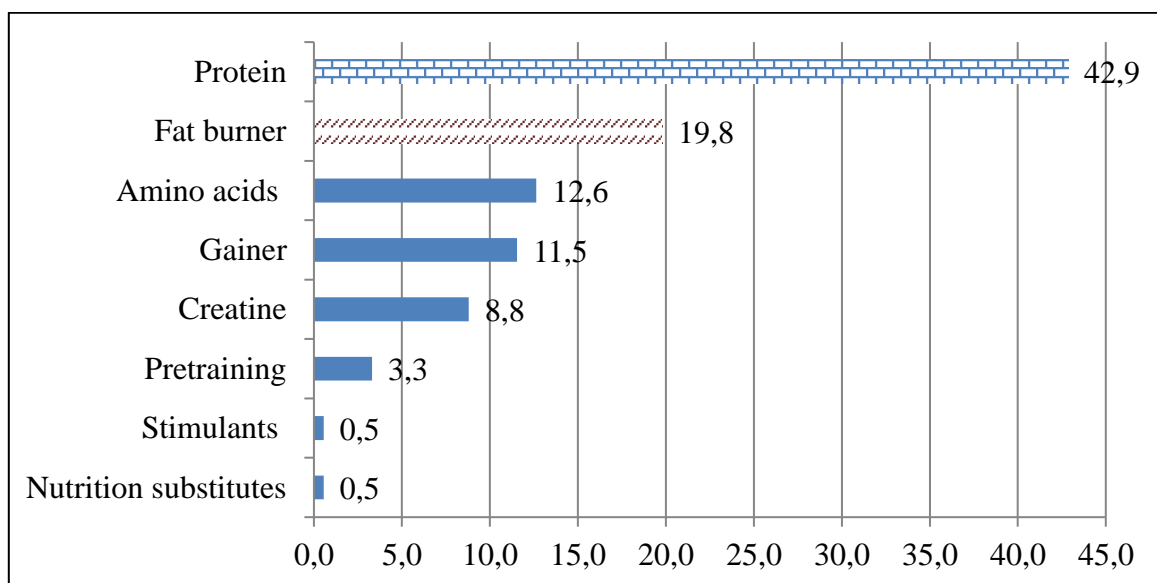


Fig. 4. Analysis of the distribution of sports nutrition by action

The conducted researches allow confirming the still high potentials of further expansion in the field of SN production both in Ukraine and abroad [9, 18].

Conclusions. The main areas of SN application include the influence on improving the life of a person engaged in sports and increasing the life quality and expectancy. In the 30th years of the twentieth century, the first studies of SN were conducted. The average annual growth of the global SN market in the next five years will be from 8.1% to 11.0%. The range of SN that is in circulation in the online store "Med-magazin.ua" of the pharmacy network "Your Health and Beauty" (as of 20.11.2019) has been researched. For sale there are 20 manufacturers, most of them imported. The necessity of import substitution has been proved. In Ukraine, only 10.0% of the analyzed products (2 companies: Levobol, Fitness Factor) are manufactured, and 90.0% are imported (18 companies). The bulk of this product group is produced by foreign countries - the USA (75.0%), Poland (10.0%) and the USA / Germany (5.0%). It has been researched that the majority of imported SN- - are products of the USA and Europe: Weider (USA / Germany, 14,8%), Kevin Levrone (Poland, 13,8%). Least items on sale are: Levobol (Ukraine), Scitec Nutrition (USA), Fitness Factor (USA) at 0.5% respectively. The analysis of the assortment has made it possible to determine that SN are available in 5 forms. Vast majority is in solid forms (96%) and liquid is only 4%. The leader is a solid aggregate form - powders 65,0%. SN in capsules make 21,0%, tablets 6,0% and bars 4%. Analysis by weight (45 offers) showed that solid SN forms mostly have a weight of 0.500 kg (18% of the range). The leading positions (41.1% share) occupy the flavours of SN: vanilla (17.1%); chocolate and strawberries (equal to 12.0% respectively). The distribution of SN by designation had established a clear superiority of protein (62.7%).

REFERENCES

1. Aranson, M. V, Portuguese C. H. (2013). "Sports nutrition: state of the art and current problems", *Biomedical problems of sports*, 4, 33-37.
2. Gorchakova, N. A, Gudivok, Ya. S, Gunina, L. M. (2010). *Pharmacology of sports*. Kiev: Olympic literature.
3. Sabanchuk, V. B, Nerutsa, L. V. (2016). Contemporary Problems of Forming the Sports Nutrition Market in Ukraine: *Proceedings of the IV All-Ukrainian Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists "Modern Problems of Food Industry Development: Theory and Practice"*.
4. Levchenko, O. K. (2010). How to eat before the start? *Trading business*, 8, 46-49.
5. Nikityuk, D. B. Novoshkanov, A. L, Abrosimova, S. V. (2012). The mineral composition of carbohydrate-electrolyte drinks, vitamin-mineral complexes and biologically active 77 supplements for athletes. *Nutrition issues*, 81 (4), 71-76.
6. What does the internal cuisine of the sports nutrition market in the world and Ukraine look like? *Sports & Nutrition* (2019). Retrieved from http://project.liga.net/projects/sports_nutrition
7. Europe Active and Deloitte publish European Health & Fitness Market Report 2018. (2019). Retrieved from <https://www.europeactive.eu/blog/europeactive-and-deloitte-publish-european-health-fitness-market-report-2018>
8. Sports nutrition in Ukraine. GMID: Global Market Information Database (Euromonitor International) from 09/01/2016 (2019). Retrieved from <http://www.euromonitor.com/sports-nutrition-in-ukraine/report>
9. Market research of fitness services of Ukraine. Fitnessconnect. (2019). Retrieved from https://old.fitnessconnect.com.ua/plugins/content/pdf_embed/assets/viewer/pdfjs/web/viewer.html?file=%2Ffiles%2F2019.pdf
10. Prytul'ska, N. V, Antyushko, D. P, Motuzka, U. M. (2012). Current Trends in Sports Nutrition *Market Food Science and Technology*, 1 (18), 49-52.
11. Prytul'skaya, N., Khrobotenko, O., Bondarenko, E. (2011). On the problem of food classification for athletes. *Goods and markets*, 2, 112-121.
12. Scientific committee on food. *Report of the Scientific Committee on Food on the composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen* (2001). Retrieved from https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out64_en.pdf.
13. Panfilova, H., et al. (2019). Scientific measurement of the current role of pharmacist in the paradigm of pharmaceutical care development. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12 (2), 817-826.
14. On Amendments to the List of Goods Authorized to Purchase and Sell Pharmacy Establishments and Their Structural Units: Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 23.11.2015 №. 764. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z1532-15>
15. Miklashevskaya, Yu., Khrobotenko, O. (2012). Legislative regulation of food production and circulation for athletes. *Goods and markets*, 2, 39-47.
16. Med-magazin.ua. Your health and beauty. (2020). Retrieved from <https://med-magazin.ua/ua/contacts/kharkov/#o32>
17. Pashchenko, V. G, Senogonov, L. I, Stanovikhin, A. U. (2010). Analysis of food assortment for athletes. *Food production technologies and equipment*, 6, 39-42.
18. Smith, A., Giffin, N. (2012). Sport Nutrition: report highlights. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44 (1), 69-74.

CHEMISTRY

SYNTHESIS OF NOVOLAC TYPE PHENOL FORMALDEHYDE OLIGOMERS

Givi Papava, Professor, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Marina Gurgenshvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2272-8380>

Ia Chitrekashvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-191X>

Eter Gavashelidze, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0479-5782>

Nora Dokhturishvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6021-1120>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7207

ARTICLE INFO

Received: 08 July 2020
Accepted: 20 August 2020
Published: 30 September 2020

KEYWORDS

oligomer, polymer, polymerization, paraform, oxibenzene, formaldehyde, novolac, melt.

ABSTRACT

Mixed novolac-type oligomers are synthesized in the melt on the base of oxibenzene and its alkylsubstituted. The content of dioxibenzene changes in the range of 0,1 – 0,5 mol. The influence of temperature and duration of the reaction of initial components, transformation has been studied.

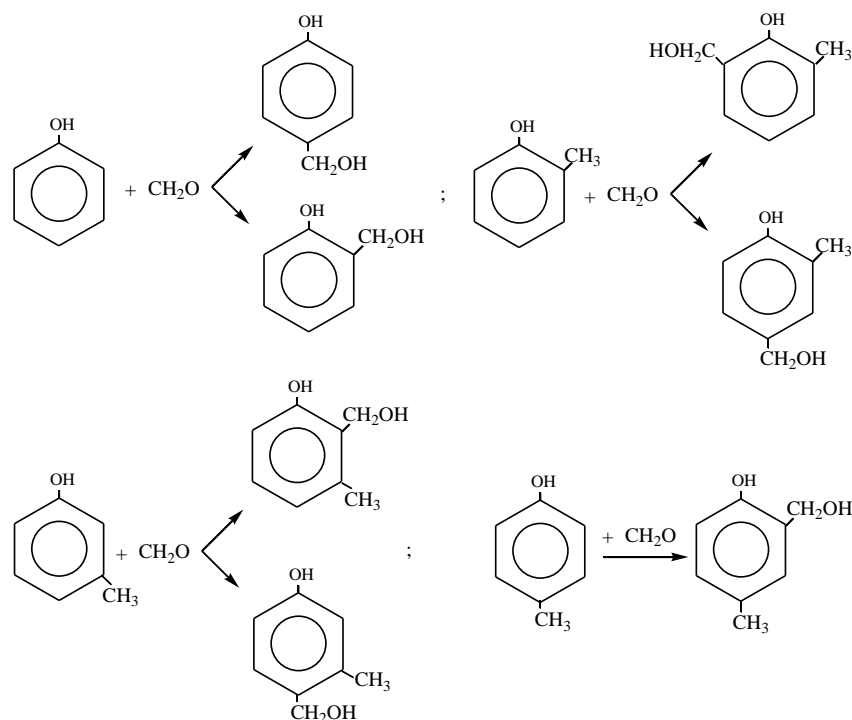
Citation: Givi Papava, Marina Gurgenshvili, Ia Chitrekashvili, Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili. (2020) Synthesis of Novolac Type Phenol Formaldehyde Oligomers. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7207

Copyright: © 2020 Givi Papava, Marina Gurgenshvili, Ia Chitrekashvili, Eter Gavashelidze, Nora Dokhturishvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

For the synthesis of oligomers of the novolac type, oxybenzene and its alkyl derivatives are used as starting components. Formaldehyde is used as the second component. A technology has been developed for obtaining oligomers in a melt, in which there is no wash water. The resulting oligomer contains a minimum amount of unreacted oxybenzene.

To obtain mixed oligomers, along with oxybenzene, its alkyl-substituted derivatives were used. The presence of alkyl groups in the oligomer has a plasticizing effect, which is important during the processing of plastics.

When carrying out the synthesis reaction of the oligomer in the melt, paraform is used as the second component, which depolymerizes when heated and releases formaldehyde. Formaldehyde, when formed, immediately reacts with oxybenzene and its alkyl-substituted derivatives and forms methylol derivatives:



In the production of novolac, the reaction is carried out in the presence of an excess of hydroxy derivatives of benzene. The reaction temperature and catalyst concentration affect the reaction rate, while the duration affects the average molecular weight of the oligomer.

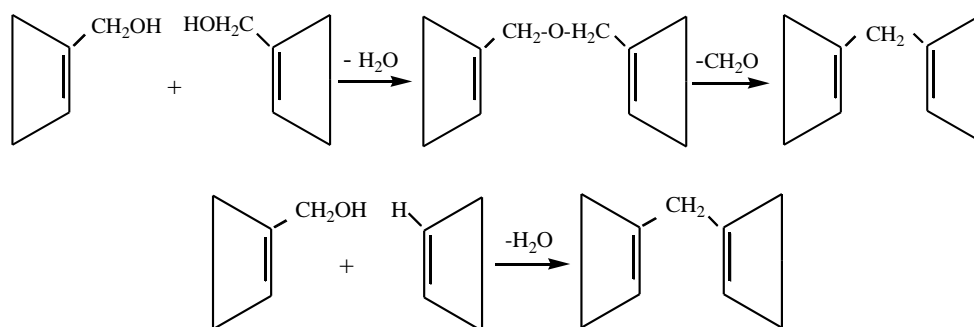
In the synthesis of mixed oligomers, as the second component, together with oxybenzene, we used 1-hydroxy-2-methyl-, 1-hydroxy-3-methyl- and 1-hydroxy-4-methylbenzene.

Since the oxybenzene derivative is used in excess, and, besides, the rate of the condensation reaction is higher than the rate of the addition reaction, the oligomers practically do not contain methylol groups, which is confirmed by a spectroscopic study.

The intensity of the absorption bands characteristic of methylol groups in the region of 1030 cm^{-1} first appears, and then gradually decreases and by the end completely disappears.

The process of interaction of oxybenzene and its methyl-substituted derivatives with formaldehyde was studied. The results are shown in Figure 1. The molar ratio of oxybenzene and its methyl derivative in the mixture was 0.5:0.5, the reaction temperature was 40-100 °C. The molar ratio of the mixture of oxybenzene and its methyl derivative to formaldehyde was 1.15:1, respectively.

As can be seen from the data in the figure, the course of the reaction is influenced by both the temperature and the duration of the reaction. With increasing reaction time and temperature, the conversion increases. For example, in the interaction of oxybenzene and 1-hydroxy-2-methylbenzene with formaldehyde at 40 °C, after 20 minutes the degree of conversion is 58.8%, at 60 °C - 67.3, at 80 °C it increases to 82, and at 100 °C it reaches 87%.



In the course of the reaction, formaldehyde can interact with the already formed methylol derivative, or with the oligomer. In parallel, methylol derivatives interact with each other, or with hydroxy derivatives of benzene, or with oligomers. During this interaction, along with the addition reactions,

polycondensation reactions proceed in parallel. The addition in the molecule of the oxy derivative occurs with the participation of active hydrogen atoms in the ortho and para positions to the hydroxyl.

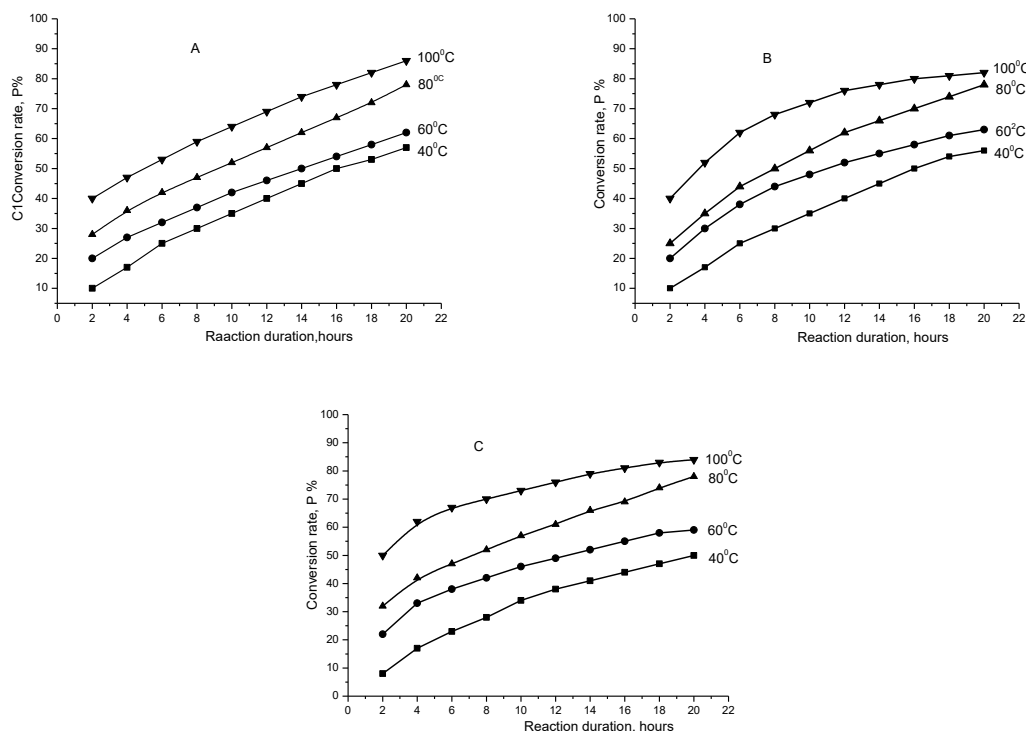
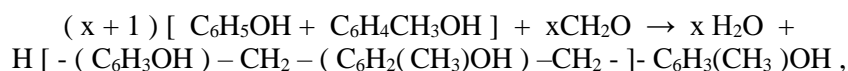


Fig.1. Change in the degree of conversion of oxy- and 1-hydroxy-2-methylbenzene (a), oxy- and 1-hydroxy-3-methylbenzene (b) and oxy- and 1-hydroxy-4-methylbenzene (d) with formaldehyde in the melt.

In the case of oxybenzene and 1-hydroxy-3-methylbenzene, the conversion degree increases in the following sequence: 55.1 > 64.3 > 79.3 > 83.6%; in the case of oxybenzene and 1-hydroxy-4-methylbenzene - 59.8 > 69.4 > 84.0 > 88.8%.

Schematically, the condensation process in an acidic medium can generally be expressed as follows:



where $x = 10 - 14$

The degree of polymerization of the novolac oligomers obtained in the melt is 10-14. As can be seen, at the increase of the process duration, the amount of formaldehyde that doesn't enter the reaction decreases. The intensity of the decrease is higher in the initial stage. For example, if during the course of the reaction at 40 °C in the case of oxybenzene and 1-hydroxy-2-methylbenzene, after 2 minutes the amount of formaldehyde not reacted is 91.1%, after 5 minutes it decreases to 74.7, after 10 minutes - 59.5, after 15 minutes - 48.9, and after 20 minutes to 41.1%; at 60°C, respectively 77.6 > 60.7 > 43.4 > 39.5 > 32.7%; at 80 °C - 71.0 > 49.2 > 32.9 > 23.2 > 18.0%; and at 100 °C - 57.7 > 36.7 > 20.9 > 15.5 > 12.3%. A similar trend is observed in the case of other oxides.

Mixed oligomers dissolve in alcohol, acetone, dimethylformamide, tricresol, etc. When interacting with hexamethylenetetramine at 180-200 °C, they are structured and turn into resite, which have a spatial structure. At the same time, they completely lose solubility in the above solvents and do not melt.

REFERENCES

1. A.M. Toroptseva, K.V. Belogorodskaya, V.M. Bondarenko. Laboratory practicum in chemistry and technology of high molecular compounds. Leningrad, "Khimia" 1972, p. 199
2. Technology of plastic masses (under the editorship of V.V. Korshak). Moscow, "Khimia", 1985, pp.25
3. G.Sh. Papava, N.S. Gelashvili, Z.P. Molodinashvili, K.R. Papava, N.Z. Khotenashvili, I.A. Chitrekashvili. Obtaining of novolac type phenol formaldehyde oligomer in the melt. Azerbaijanian Journal of Chemistry, 2005, № 4, p.33-35.

EPOXY POLYMERS BASED ON DIGLYCIDYL ETHERS WITH CYCLIC GROUPS

Givi Papava, Professor, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Nora Dokhturishvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6021-1120>

Marina Gurgenishvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2272-8380>

Ia Chitrekashvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-191X>

Zurab Chubinishvili, Doctoral student, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3162-3353>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7208

ARTICLE INFO

Received: 12 July 2020
Accepted: 26 August 2020
Published: 30 September 2020

KEYWORDS

polymer,
oligomer,
bisphenol,
norbornan,
diaminodiphenylsulphon,
Thermomechanical curves

ABSTRACT

Glycidyl ethers of polycyclic bisphenols of norbornan type and their phenyl substituted derivatives were obtained and studied. They were solidified by diaminodiphenylsulphon and methyltetrahydrophthalic anhydride. The data of the thermogravimetric analysis of the obtained polymers showed that they are characterized by high thermal – and heat stability.

The properties of polymers depend on the structure of the hardener and its chemical nature as well. The properties of polymers were sharply changed when glycidyl derivatives of bisphenols were cured by hardeners of different chemical structure. The presence of cyclic structures in the hardener molecule causes considerable increase of their thermal stability. Polymers on the basis of chlorine substituted glycidyl ethers of polycyclic bisphenols are characterized by incombustibility.

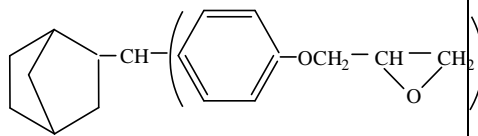
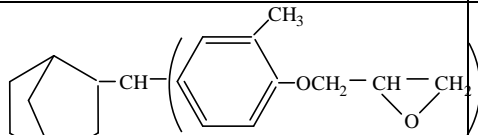
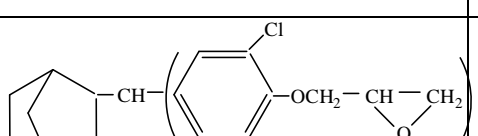
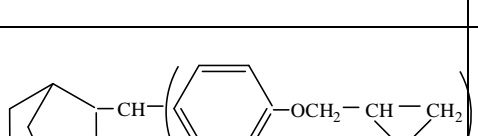
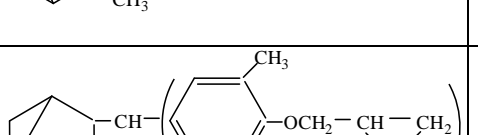
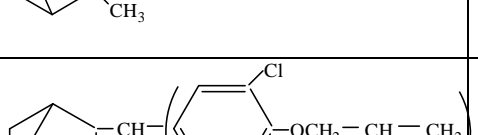
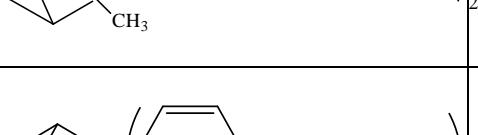
Citation: Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Marina Gurgenishvili, Ia Chitrekashvili, Zurab Chubinishvili. (2020) Epoxy Polymers Based on Diglycidyl Ethers with Cyclic Groups. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7208

Copyright: © 2020 Givi Papava, Nora Dokhturishvili, Marina Gurgenishvili, Ia Chitrekashvili, Zurab Chubinishvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

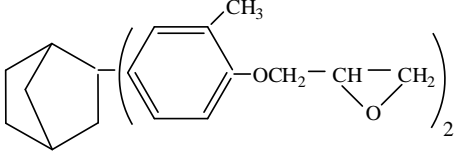
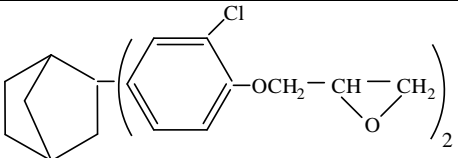
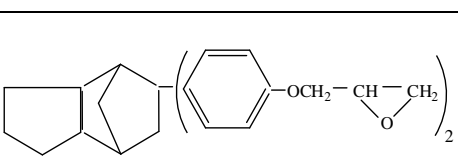
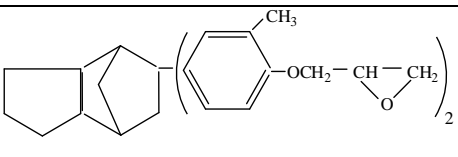
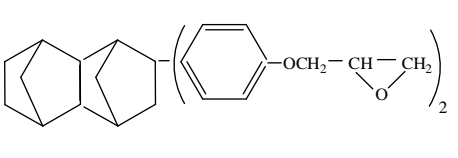
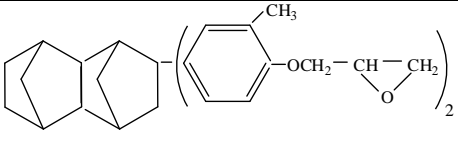
The works (1-6) describe epoxy polymers based on diglycidyl ethers of various bisphenols. Continuing researches in the field of this interesting, practically important class of polymers we considered interesting to synthesize polymers with increased thermal properties. Their presence in diol component of cyclic groups of aromatic as well as alicyclic nature largely determines the properties of structured polymer, contributing to the increase of thermal parameters of polymers. Components containing various cyclic groups were used as hardeners. Table 1 given below offers structural formulas of diglycidyl ethers of various bisphenols. The impact of structure of cyclic groups, as well as bisphenol groups substituted in phenyl nuclei on the properties of polymers were studied. Since the thermal and heat resistance of polymers, in addition of chemical structure of bisphenols depend also

on the structure of the used hardener, to improve thermal parameters of polymers, both heat resistance and thermal resistance we used hardeners of various chemical nature. In the synthesized by us diglycidyl ethers, six of them were used for the first time. According to the external view, they are transparent products of the light yellow color, are well soluble in aromatic hydrocarbons, alcohols, ketones and other organic solvents. Diglycidyl ethers were cured with amine and anhydride hardeners. Methyltetrahydrophthalic anhydride and 4,4'-diamino diphenylsulfone were used as hardeners.

Table 1. Characteristics of glycidyl ethers

1	Structure of glycidyl ether	Softening temperature, °C	concentration of epoxy groups, %		Molecular mass	
			4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
1		61	21.23	19.00	405	424
2		69	20.04	18.86	429	406
3		57	18.14	17.41	474	502
4		71	20.62	20.02	419	422
5		75	19.23	18.6	449	505
6		50	17.58	17.01	448	560
7		55	21.9	17.0	392	480

Continuation of table 1.

1	2	3	4	5	6	7
8		75	20.4	17.5	420	505
9		45	18.6	18.1	561	420
10		65	19.9	15.1	432	612
11		65	18.6	17.4	460	472
12		83	18.7	14.0	458	508
13		75	17.9	15.3	486	530

When curing with anhydride, 0.85 mol of anhydride was taken per mol of glycidyl ether. When cured with a diamine 10-15 weight percent of the diamine was taken. Introduction of an accelerator, when we used anhydride (0.1 mass part of triethylamine per 10 weight parts of glycidyl ether) significantly accelerates the curing process and improves the properties of the obtained products.

Glycidyl ether heated to its softening temperature is placed in polymerization glass and a hardener is added. The mixture is thoroughly mixed until a homogeneous mass is formed and it is placed in heating cabinet. Curing is carried out at the following temperature regime: 120° - 2 hours, 140° - 2 hours, 160° - 2 hours, 180° - 2 hours, 200°C - 10 hours. The degree of curing is determined according to the content of the polymer after its extraction with acetone. The properties of the obtained polymers are given in Table 2. Figure 1-2 shows thermo mechanical curves and thermograms of some polymers. Thermo- mechanical and thermo-gravimetric analysis of polymers showed that epoxy polymers based on bisphenol diglycidyl ethers with cyclic groups are characterized by high thermal and heat resistance of the cured polymers. The structure of the cyclic group exerts no significant influence on the thermal and heat resistance of the cured polymers. However, the presence of substituting agents in ortho-position at the phenyl hydroxide in bisphenol affects these parameters. They are somewhat lower for polymers obtained on the base of alkyl- and halogen-substituted bisphenols.

Table 2. Properties of structured polymers based on bisphenol glycidyl ethers and their alkyl- and halogen –substituted derivatives *).

	Structure of glycidyl ether	Deformation by 10%		Temperature of weight reduction by 10%, °C**)	
		A	B	A	B
1		145	155	275	270
2		140	152	260	240
3		138	140	266	260
4		145	152	253	260
5		155	160	280	310
6		200	210	290	280
7		170	195	260	260
8		225	200	300	330
9		160	195	290	300
10		175	190	300	310

*) Hardener A – methyltetrahydrophthalic anhydride, B – diaminodiphenyl sulphon diaminodiphenylsulphon

***) The mass reduction temperature was determined from the thermogravimetric curve at a temperature rise rate of 465°C.min.

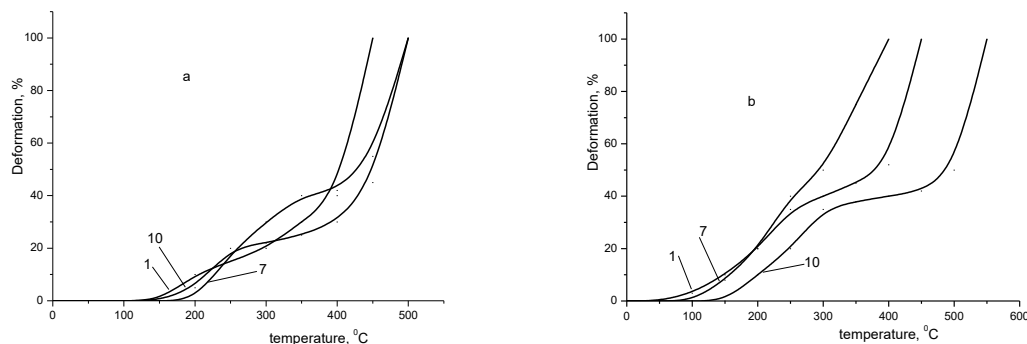


Fig.1. Thermomechanical curves of epoxy polymers: a) hardener – diaminodiphenylsulphon, b) hardener – methyltetrahydrophthalate anhydride (the numbers on the curve correspond to the polymers in Table 2)

Polymers cured with 4,4'-diaminodiphenolsulphon, depending on the nature of the group substituted in the phenyl nucleus, are characterized by different heat resistance. So, if the polymer based on substituted bisphenol-4,4'-(hexahydro-4,7-methyleneinden-5-ylidene) of diphenol decreases in weight by 10% at 400 °C, the presence at a methyl group in the ortho-position to the phenolic hydroxyl of bisphenol, or presence of chlorine atoms, reduces the temperature of weight reduction by 10%, respectively, up to 325-315 °C.

For a polymer based on non-substituted bisphenol, a decrease in weight by 40% is observed at 435 °C. While polymers based on methyl and chlorine-substituted bisphenols suffer reduction in weight at 390 and 360 °C.

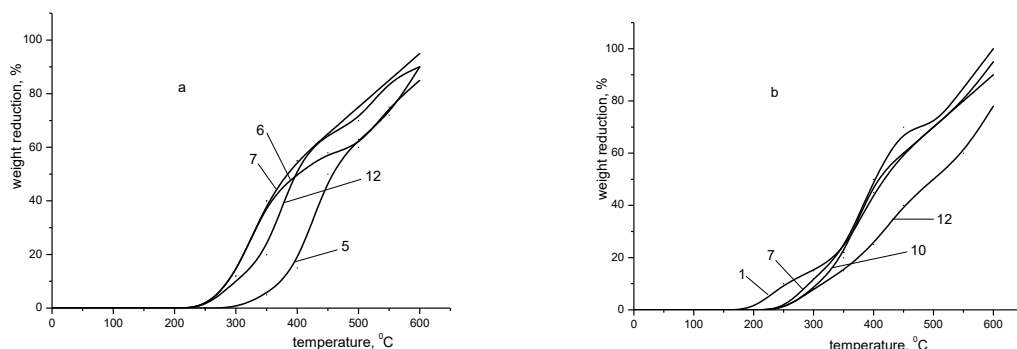


Fig.2. Thermogravimetric curves of epoxy polymers: a) hardener – diaminodiphenylsulphon, b) hardener – methyltetrahydrophthalic anhydride (numbers in curves correspond to polymers of Table 2).

Heat resistance of polymers depends also on chemical nature of the hardener. Polymers cured with diaminodiphenylsulphon are characterized with high thermal resistance than polymers cured with methyltetrahydrophthalic anhydride. Thus, temperature of weight reduction by 10% for a polymer based on bisphenol with indan group that is cured with 4,4'-diaminodiphenyl sulphon equals to 425°C, while for a polymer cured with methyltetrahydrophthalic anhydride it equals to 340°C.

The heat resistance of polymers is also influenced by the structure of the hardener. Thus, when curing diglycidyl derivatives of bisphenols with anhydride-type hardeners, depending on their chemical structure, the thermal resistance of polymers is significantly different. The presence of cyclic structures in curing agent molecule noticeably increases their thermal resistance compared to the case when the curing agent has an aliphatic structure. So, if a polymer based on bisphenol with an indan group in the molecule, cured with maleic anhydride, suffers decrease in mass by 40% at 380°C, the same polymer cured with methyltetrahydrophthalic anhydride decreases in mass by the same amount already at 460°C, that is, at 80°C higher. A similar trend is observed in the cases of other bisphenols.

Above 600°C all polymers decompose without the formation of coke residue, which is generally typical for other types of polymers based on bisphenols with groups of the norbornane type

As seen from Fig.1 a and b, cured epoxy polymers based on bisphenols with norbornane type groups have a rather high heat resistance compared to conventional epoxy polymers based on dian and other bisphenols. Thus the glass transition temperature (deformation by 5%) of an epoxy polymer cured with an amine-type hardener is 235°C (Fig,1a, curve 10), while the glass transition temperature of epoxy polymers based on dioxydiphenyl propane, dioxydiphenyldimethyl methane, phenolphthalein and other bisphenols cured by the same hardener is much lower (80, 103, 100 and 120°C, respectively).

The volume of the cyclic grouping does not significantly affect the glass transition temperature. However, the presence of groups substituted in the phenolic nucleus of bisphenols has an effect. They lower the glass transition temperature of polymers. So, if epoxide polymer based on bisphenol with an indan group, cured with diaminodiphenyl sulphon, is deformed by 10% at 235°C, methyl and chlorine substituted bisphenols of the same bisphenol are deformed by the same amount already at 225 and 190°C, respectively. A similar dependence is observed in the case of other bisphenols (Table 2). Replacing the amine hardener with anhydride does not violate this relationship (Fig. 1b, Table 2).

Polymers based on chlorine-substituted oligomers are characterized by non-inflammability.

REFERENCES

1. Zedlinski Z. *Kem. Kore*, 27, 3, 273 (1967)
2. Krilova L.V., Molotkov R.V., Gonor E.S., Kazanskaya V.F., Gvirtz E.M. *Plastic Masses*, 10, 13 (1960) (Rus.)
3. Budnowski M. *Kunststoffe* 55, 8, 641 (1945)
4. Nikolaev A.F., Van Er-Ten Van, Ziryanova G.A., Balaeva G.A., Lebedeva E.V., Afanasyeva K.S. *Plastic Masses*, 3, 17 (1966) (Rus.)
5. Korshak V.V., Solovjova L.K., Kamensky I.V. *High Molecular Compounds*, XIII, I, 150 (1971) (Rus.)
6. Dokhturishvili N.S., Papava G.Sh., Tsiskarishvili P.D., Solovjova L.K., Vinogradova S.V., Korshak I.I. *Synthesis and properties of some new polymer materials*. Ed. "Metsniereba", Collection of Works, 66, 1974 (Georgian).
7. Solovjova L.K. *Candidate's Thesis*, D.I.Mendeleev MCTI, M., 1969.

STUDY OF POLYCONDENSATION PROCESS OF CARBAMIDE WITH FORMALDEHYDE TO RECEIVE BIODEGRADABLE POLYMERS

Givi Papava, Professor, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8837-4909>

Nazi Gelashvili, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Eter Gavashelidze, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0479-5782>

Riva Liparteliani, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Ketevan Archvadze, Doctor, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7209

ARTICLE INFO

Received: 14 July 2020
Accepted: 29 August 2020
Published: 30 September 2020

KEYWORDS

spatial structure,
linear structure,
peptide bond,
microorganisms,
biodegradable,
prolonged action,
synthesis,
temperature,
duration,
catalyst.

ABSTRACT

Biodegradation of polymers of spatial structure is complicated at the impact of soil destructive microorganisms and biodegradation requires long time. We have implemented target-oriented synthesis of a polymer to receive linear structure polymers where labile peptide bonds are preserved. To implement target-oriented synthesis of a polymer and to determine optimal conditions for reaction mechanism we studied the process of kinetics and its regularities – reaction temperature, duration, components ratio, concentration, reaction speed constant and activation energy. The Arrhenius factor and succession of introduction of initial components to the reaction medium were computed, catalyst nature and other properties were determined. High effect of prolongation was achieved, when carbamide and formaldehyde molar ratio was 1:1. In this case linear structure polymer is formed where peptide $-\text{CH}_2-\text{NH}-$ are preserved. The simplified structure of linear polymer is expressed as followed: $-\text{HNCONHCH}_2[\text{NHCONHCH}_2]_n-\text{HNCONHCH}_2-$.

Citation: Givi Papava, Nazi Gelashvili, Eter Gavashelidze, Riva Liparteliani, Ketevan Archvadze. (2020) Study of Polycondensation Process of Carbamide with Formaldehyde to Receive Biodegradable Polymers. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7209

Copyright: © 2020 **Givi Papava, Nazi Gelashvili, Eter Gavashelidze, Riva Liparteliani, Ketevan Archvadze.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Intense growth of the population requires increase of agricultural products, especially of cereal crops but agricultural designation lands suffer constant decrease thanks to the increased urbanization and intensification of industry. The only way to provide the population with farm products is application of nitrogen-containing chemical fertilizers in increased doses (mainly of ammonium nitrate and carbamide). But due to good water solubility of nitrogenous fertilizers their significant part is lost as a result of evaporation and wash-off. Alongside with tremendous economic loss it results in global environment contamination and creates heavy ecological conditions for normal existence of population and fauna.

Regular application of such fertilizers makes unfavorable impact on soil and environment (1-3). It can condition misbalance of nutrients used by plants, while accumulation of nitrates in great quantity negatively affects human and animal health (4-5).

Efficient way to resolve these problems was creation of absolutely new type fertilizers, the so-called "exchange fertilizers", which were developed in USA, by the Geological Service (6).

Principle of the application of exchange fertilizer differs cardinally from that of commonly used fertilizers, which are well soluble in ground waters and are easily washed off. Exchange fertilizers consist of hardly soluble ingredients which are released as plant nutrient components and are consumed by plants according to need, due to buffer effect of chemical reactions going on in soil.

The system offered by us is based on the principle that natural ion-exchangers, e.g. zeolites are able to add calcium ion released from Apatite, which is goes on till complete dissolution of Apatite (8,9). The simplified scheme for this system is as follows:



Exchange fertilizers are highly efficient for assimilation of nutrients by plants, thus helping plants to assimilate nutrients more efficiently and to decrease washing-off the nutrients and environment pollution.

At the application of exchange fertilizers productivity is increased compared to that when common soluble fertilizers are used. (www.zeoionic.com). Thus, for example Barbarick and his collaborators (7) proved that productivity of sorgurum-sudangrass in some systems was increased by 4 factors. One of the modifications of this fertilizer was commercialized by Zeoionic Inc (see www.zeoionic.com) and was spread worldwide. Irrespective of these positive results the exchange fertilizers are not perfect for wide application in agriculture. The main problem is that it doesn't contain much nitrogen (it contains approximately 2.5 mass%) in the form of ammonium ion in zeolite acting in exchange process (NH_4^- form of zeolite).

Development of ecologically safe fertilizers is attributed vital significance for our survival.

The submitted project enables us to develop such fertilizers.

Among the nitrogenous fertilizers mainly ammonium nitrate (NH_4NO_3) and carbamide ($\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$) are used in agriculture. Carbamide contains up to 46% nitrogen, while nitrate – 35%. But both of them are rather well soluble in water. While introducing into soil their significant part is easily and swiftly washed off at the impact of ground and rain waters, which results in tremendous economic loss, contamination of environment (water reservoirs, lakes, seas, ponds, wells and heavy diseases in the population and animals. At the same time, as a result of evaporation, while reaching the high strata of atmosphere it results in destruction of ozone layer that protects the globe.

According to our opinion one of the efficient ways to overcome these problems is application of polymer fertilizers which are hardly soluble in water. When introduced into soil, at the impact of destructive microorganisms the fertilizer suffers conversion and passes into the form easily assimilated by plants. This process proceeds slowly and a plant manages its assimilation. At the same time, in the vegetation period a plant is provided with dosed and (in case of capsulation) autonomous feeding and it is developed normally, which is a prerequisite of obtaining ecologically pure product and increase of productivity.

Biodegradation of spatial polymer at the impact of destructive microorganisms of soil is complicated and requires a long time. We have implemented a target-oriented synthesis of polymers to receive linear structure polymers where labile peptide bonds are preserved. To realize target-oriented synthesis of polymers and to determine reaction mechanism and optimal conditions of synthesis we studied the process kinetics and reaction regularities.

Some kinetic regularities of interaction of amide component and aldehyde were studied when the reaction was carried out in the solution at 50-70°C at carbamide/formaldehyde molar ration 1:2, correspondingly.

Various factors affect the process of carbamide and formaldehyde interaction reaction. These are: process duration, temperature, molar ratio of starting components, amide component structure and composition, concentration of the solution. At the increase of temperature, conversion rate and reaction speed are increased. Thus, for example, after 15 minutes, conversion level at 50°C reaches 29.23%, at 60°C – 43.58% while at 70°C it reaches 71.79%. Besides the reaction length makes influence on the conversion level. Conversion level increases together with the reaction duration. Practically, reaction is completed in one hour.

We studied the effect of carbamide and formaldehyde ratio on the reaction process. At the increase of formaldehyde quantity, conversion level and speed increase markedly. Already after one minute of the reaction carbamide-formaldehyde ratio equals to 1:2 mol and conversion rate is 5%. At the increase of this ratio up to 1:4, conversion level after 30 minutes increases from 60 to 77%.

Some kinetic regularities of the interaction of amide components and aldehyde in the solution were studied at constant temperature, at 50, 60 and 70°C, when carbamide/formaldehyde ratio was 1:2. It was shown that reaction speed was increased with the increase of temperature and duration. 1-3 tables show kinetic parameters when the reaction was carried out at 50, 60 and 70°C:

Table 1. Kinetic parameters at the reaction carried out at 50°C^{x)}

t, min	x	a - x	a(a - x)	a(a - x)t	K, l/mol.sec.	P, %
1	0,00053	0,001892	$3,6991 \cdot 10^{-6}$	$3,2194 \cdot 10^{-4}$	$2,3884 \cdot 10^{-1}$	2,71
3	0,00015	0,00180	$3,5100 \cdot 10^{-6}$	$6,3180 \cdot 10^{-4}$	$2,3741 \cdot 10^{-1}$	7,69
5	0,00024	0,00171	$3,3345 \cdot 10^{-6}$	$10,0035 \cdot 10^{-4}$	$2,3900 \cdot 10^{-1}$	12,30
10	0,00042	0,00153	$3,9835 \cdot 10^{-6}$	$17,9000 \cdot 10^{-4}$	$2,3463 \cdot 10^{-1}$	21,53
15	0,00057	0,00138	$3,6910 \cdot 10^{-6}$	$24,2190 \cdot 10^{-4}$	$2,3535 \cdot 10^{-1}$	29,23
20	0,00069	0,00126	$3,4570 \cdot 10^{-6}$	$29,4840 \cdot 10^{-4}$	$2,3402 \cdot 10^{-1}$	35,38
25	0,0008	0,00115	$3,2425 \cdot 10^{-6}$	$33,6375 \cdot 10^{-4}$	$2,37,83 \cdot 10^{-1}$	41,02
30	0,00088	0,00107	$3,0865 \cdot 10^{-6}$	$37,5570 \cdot 10^{-4}$	$2,3431 \cdot 10^{-1}$	45,12
45	0,00108	0,00087	$3,6965 \cdot 10^{-6}$	$45,8055 \cdot 10^{-4}$	$2,3578 \cdot 10^{-1}$	55,38
60	0,00122	0,00073	$3,4235 \cdot 10^{-6}$	$51,2460 \cdot 10^{-4}$	$2,3806 \cdot 10^{-1}$	62,56
					aver. $2,3652 \cdot 10^{-1}$	

Table 2. Kinetic parameters at the reaction carried out at 60°C^{x)}

t, min	x	a - x	a(a - x)	a(a - x)t	K, l/mol.sec.	P, %
1	0,0001	0,00185	$3,6075 \cdot 10^{-6}$	$2,1645 \cdot 10^{-4}$	$4,6210 \cdot 10^{-1}$	5,12
3	0,00026	0,00169	$3,2955 \cdot 10^{-6}$	$5,9319 \cdot 10^{-4}$	$4,3837 \cdot 10^{-1}$	13,33
5	0,0004	0,00155	$3,0225 \cdot 10^{-6}$	$9,0675 \cdot 10^{-4}$	$4,4116 \cdot 10^{-1}$	20,51
10	0,00066	0,00129	$2,5155 \cdot 10^{-6}$	$15,0930 \cdot 10^{-4}$	$4,3728 \cdot 10^{-1}$	38,84
15	0,00085	0,0011	$2,1450 \cdot 10^{-6}$	$19,3050 \cdot 10^{-4}$	$4,4030 \cdot 10^{-1}$	48,58
20	0,00099	0,00096	$1,8720 \cdot 10^{-6}$	$22,4640 \cdot 10^{-4}$	$4,4076 \cdot 10^{-1}$	50,76
25	0,00109	0,00086	$1,6770 \cdot 10^{-6}$	$25,1550 \cdot 10^{-4}$	$4,3831 \cdot 10^{-1}$	55,89
30	0,00118	0,00077	$1,5015 \cdot 10^{-6}$	$27,0227 \cdot 10^{-4}$	$4,3660 \cdot 10^{-1}$	60,51
45	0,00136	0,00059	$1,1505 \cdot 10^{-6}$	$31,0635 \cdot 10^{-4}$	$4,3781 \cdot 10^{-1}$	69,74
60	0,00147	0,00048	$9,3600 \cdot 10^{-7}$	$33,6960 \cdot 10^{-4}$	$4,3625 \cdot 10^{-1}$	75,38
					aver. $4,4038 \cdot 10^{-1}$	

Table 3. Kinetic parameters at the reaction carried out at 70°C^{x)}

t, min	x	a - x	a(a - x)	a(a - x)t	K, l/mol.sec	P, %
1	0,00028	0,00167	$3,2565 \cdot 10^{-6}$	$1,9539 \cdot 10^{-4}$	$14,3369 \cdot 10^{-1}$	5,12
3	0,00065	0,0013	$2,5350 \cdot 10^{-6}$	$4,5630 \cdot 10^{-4}$	$14,2450 \cdot 10^{-1}$	13,33
5	0,00089	0,00106	$2,0670 \cdot 10^{-6}$	$6,2010 \cdot 10^{-4}$	$14,3525 \cdot 10^{-1}$	20,51
10	0,00122	0,00073	$1,4235 \cdot 10^{-6}$	$8,5410 \cdot 10^{-4}$	$14,2840 \cdot 10^{-1}$	38,84
15	0,0014	0,00055	$1,0725 \cdot 10^{-6}$	$9,6525 \cdot 10^{-4}$	$14,5047 \cdot 10^{-1}$	48,58
20	0,0015	0,00045	$8,7750 \cdot 10^{-7}$	$10,5300 \cdot 10^{-4}$	$14,2450 \cdot 10^{-1}$	50,76
25	0,00158	0,00032	$7,2150 \cdot 10^{-7}$	$10,8225 \cdot 10^{-4}$	$14,5900 \cdot 10^{-1}$	55,89
30	0,00163	0,00032	$6,2400 \cdot 10^{-7}$	$11,2320 \cdot 10^{-4}$	$14,5121 \cdot 10^{-1}$	60,51
					aver. $14,3837 \cdot 10^{-1}$	

x) t – time in minutes, a-formaldehyde content in grams, at 100% conversion; x-formaldehyde quantity in grams, which is converted at this moment.

According to the Arrhenius formula number of molecules reacting in one second equals to a number of molecules attacking in one second multiplied by $e^{-\frac{E}{RT}}$, that is $K = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$, from it $\lg K = \lg A - \frac{E}{4,57T}$, where K is reaction speed constant, E-reaction activation energy, A- Arrhenius factor.

Volumes of reaction activation energy and probability factor are computed and E average = 7940.05 cal/mol = 7.94 kcal/mol. A = 0.0223 cal/mol*10² l/mol.sec.

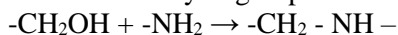
Effect of various factors, such as initial components molar ratio, amide component structure and composition, concentration was studied on the reaction of carbamide/formaldehyde interaction reaction. Reaction process is affected also by initial concentration of components. It is shown that increase of initial concentration of carbamide in reaction medium from 0.1 to 5 mol/l, increases reaction speed and conversion level. Thus, e.g. when initial concentration of carbamide is 0.1 mol/l, after 1 hour conversion level equals to 62.50%, when initial concentration is 1 mol/l – it is 66%, but when this concentration is 5 mol/l – conversion level equals to 78%.

The sequence of introduction of the initial components in the reaction area was studied. Carbamide is a multifunctional component and in case of simultaneous application of the initial components, a polymer with a spatial structure may be formed. When the aldehyde is gradually introduced into the reaction area the probability of reaction of aldehyde with the secondary hydrogen atom decreases, affecting the spatial structure of the polymer. When aldehyde is gradually introduced into the reaction area, there is always an excess of urea and the likelihood of the aldehyde reacting with the secondary hydrogen atom decreases.

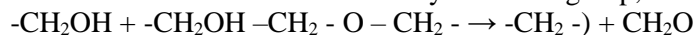
It has been shown that by the increase of the initial concentration of aldehyde, the reaction rate increases.

The molar ratio of the initial components – carbamide and formaldehyde – greatly determines the chemical structure of the polymer obtained. When the molar ratio of the initial components – carbamide and formaldehyde is 1: 1,5-3,5, even when the pH is reduced to 4–4,5, it is possible to form a polymer with a spatial structure, which is highly undesirable for its use as a plastic material (due to poor flow which makes difficult its thermal treatment, it is also undesirable to use it as a fertilizer of prolonged action, since the period of adaptation and, consequently, that of biodegradation for degrading microorganisms is prolonged).

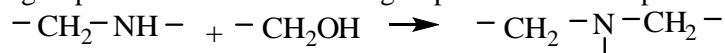
At such a ratio, methyl derivatives (mono-, di- and trimethyl derivatives) are formed at the initial stage of the reaction. Methylol groups are characterized by unstable and high reactivity. In the post-reaction phase, reactions may occur when the methylol group will react with the urea-free NH₂ group.



Methylol groups interact with each other to form a dimethylene ether group, which then disintegrates.



The methylol group interacts with the imine group. At this time a spatial structure is formed



As studies have shown, a high prolongation effect is achieved when the molar ratio of urea and formaldehyde is 1: 1. At this time a linear structure polymer is formed in which the peptide bonds -CH₂ - NH – are retained.

The simplified structure of the linear polymer is expressed as follows:



A study of the nature of the catalyst has shown that strong acids, such as sulfuric acid, hydrochloric acid, and phosphoric acid, accelerate the process much faster than formic or boric acids.

REFERENCES

1. US Congress, Office of Technology Assessment Impacts of Technology on US Cropland and Rangeland Productivity, US Government Printing office, Washington, D.C. (1982).
2. US Dept. of Agriculture Report and Recommendations on Organic Farming, US Government Printing office, Washington, D.C. (1980).
3. Vogtmann H. In Organic Farming: Current Technology and Its Role in a Sustainable Agriculture (Ed., Bezdicsek D.F. and Power J.F.), American Society of Agronomy, Madison, Wis., p.19.(1984).
4. Voison A. Fertilizer Application. Charles C. Thomas, Springfield, III. (1965).
5. Hodges R.D. and Scofield A.M. In, Environmentally Sound Agriculture (Ed., W. Lockeretz), Praeger, NY, 3, (1983).
6. Lai T.M. and Eberl D.D. Zeolites. v.6, p.129, (1986).
7. Barbarick K.A., Lai T.M. and Eberl D.D. Soil Science Society of America Journal. v.54, p.911.(1990).
8. Pargham W.E. "Future perspectives for natural zeolites in agriculture and aquaculture". Pond W.G. Humpton F.A. (Ed.) Zeo-Agriculture: Use of Natural Zeolites in agriculture and aquaculture. Westkiew, Press, Boulder, Colorado, p.283-285, (1984).
9. Ming D.W. Allen E.R. Use of Natural Zeolites in Agronomy, Horticulture and Environmental Soil Remediation, Reviews in Mineralogy and Geochemistry. v. 45, p.619-654. (2001).

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕЛИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ПОЛИКАРБОНАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

К. Т. Арчвадзе, академический доктор, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, Грузия, Тбилиси

И. Р. Чачава, академический доктор, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, Грузия, Тбилиси

Р. П. Цискаришвили, академический доктор, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, Грузия, Тбилиси, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1193-774X>

Н. З. Хотенашвили, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, Грузия, Тбилиси

З. Ш. Табукашвили, Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, Грузия, Тбилиси

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7210

ARTICLE INFO

Received: 25 July 2020

Accepted: 10 September 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

Polycarbonate, solar dryer, solar energy, dried food, agriculture.

ABSTRACT

The proposed solar dryer (S / D) has a polycarbonate coating, which is actually a combined dryer. By drying an agricultural products in the proposed apparatus, it is possible to get ecologically pure and high quality food. The "greenhouse effect" in S / D ensures the temperature under the glass is 15-25°C, higher than the ambient temperature. In windy weather, the product to be dried cannot be left in the open air due to strong winds, in this device drying in windy weather occurs no less intensively than in hot weather, although the air temperature in S / D is not high. During wind it is recommended to locate the S / D with the inlet towards the wind. The high drying speed occurs due to the increased convective movement. The wind creates a fan effect both at the inlet S / D and at the outlet - at the end of the pipe. In the proposed installation, it is possible to dry various agricultural products, both in direct sunlight and without them.

Citation: Ketevan Archvadze, Iliа Chachava, Russudan Tsiskarishvili, Nanuli Khotenashvili, Zurab Tabukashvili. (2020) Sozdanie i Issledovanie Geliotekhnologicheskoy Ustanovki s Polikarbonatnym Pokrytiem. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7210

Copyright: © 2020 Ketevan Archvadze, Iliа Chachava, Russudan Tsiskarishvili, Nanuli Khotenashvili, Zurab Tabukashvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Для эффективности процесса сушки сельскохозяйственной продукции рекомендуется проводить сушку в гелиосушительном устройстве с поликарбонатным покрытием, т.к. использование гелиосушительки (г/с), как показали исследования, сокращает время сушки, улучшает сохранность аромата, полезных веществ и вкусовых качеств, обеспечивает стерильность продукции, а также облегчает хранение высушенного продукта (не происходит порча и хранится дольше обычного). Как показали эксперименты, использование несложных гелиосушительных установок как в мелких крестьянских хозяйствах, так и городскими жителями, дает экономию средств, физического труда, щадит экологию (не происходит выделения тепла и углекислого газа в окружающую среду). Потребитель получает экологически чистые и

высококачественные продукты питания. Использование высоких температур (в электросушилке и духовых шкафах) для приготовления сухофруктов часто ведет к разрушению витаминов. А сушка сырья естественно-солнечно-воздушным путем на открытом воздухе обычно занимает длительное время, что также не лучшим образом сказывается на качестве продукта и его витаминном составе. Но сушка в г/с устройствах, как показал анализ данных сушеных продуктов на витамины, является самым оптимальным, т.к. максимально высоким сохраняется витаминный состав, а также потребительские и вкусовые качества продуктов [1, 3].

Проведение солнечно-воздушной сушки связано с погодными условиями, так как сушка сельскохозяйственных(с/х) продуктов происходит лишь при высокой температуре и низкой влажности воздуха (в солнечные ясные дни). При недостатке тепла продукция получается невысокого качества. Сушка этим методом требует довольно продолжительного времени (4-15 дней). Во время сушки необходимо следить, чтобы на продукцию не сели насекомые, не попала влага (дождь, роса), пыль. При сильном ветре, на ночь и при приближении ненастья ее надо убирать в закрытое помещение, в случае необходимости защищать от мух и других насекомых, закрывая, например, марлей. После сушки получают стойкие пищевые продукты, которые можно хранить в домашних условиях и без опасений использовать долгое время, в них хорошо сохраняются питательные вещества. В личном подсобном хозяйстве, на ферме целесообразно иметь хотя бы простую гелиосушительную установку с тем, чтобы максимально хорошо провести сушку с/х продукции с минимальными потерями [1, 3].

На основе известных в мире солнечных сушилок была разработана и прошла испытание гелиосушительная установка с поликарбонатным покрытием, предназначенная для сушки фруктов, овощей, грибов, лекарственных растений и др.

Основные элементы солнечного воздухонагревателя следующие: поглощающая солнечную радиацию прозрачное покрытие, обычно выполняемая из поликарбоната, стекла, полиэтилена и др., обеспечивающее максимальное поглощение солнечного излучения и канал, по которому проходит воздух. Прозрачное покрытие обычно делают из стекла. В данной установке был использован поликарбонат. Поликарбонат обладает хорошей стойкостью к атмосферным воздействиям, относительно недорого и имеет высокую прозрачность [2, 5].

Пластмасса обычно менее подвержена поломке, легка и в виде тонких листов недорого. Однако она, как правило, не обладает столь высокой устойчивостью к воздействию погодных факторов, как поликарбонат. Еще одним преимуществом поликарбоната по сравнению с пластмассой является то, что поликарбонат не пропускает падающее на него длинноволновое (тепловое) излучение, испускаемое поглощающей пластиной, при этом снижаются тепловые потери путем излучения более эффективно, чем в случае пластмассового покрытия, которое пропускает часть длинноволнового излучения.

Поэтому в опытных конструкциях в качестве прозрачного покрытия был использован сотовый поликарбонат (ПК). Сотовый поликарбонат – пластик, который производится из высококачественного поликарбоната методом экструзии, что подразумевает расплавление гранул пластика и выдавливание этой массы через особую форму (фильеру), которая определяет строение и конструкцию листа.

Основные преимущества сотового ПК:

- Сверхвысокая ударная прочность (сотовый поликарбонат при малом весе в 200 раз прочнее стекла и в 8 раз прочнее акриловых пластиков);
- Высокая термостойкость;
- Высокая огнестойкость;
- Чрезвычайная легкость, малый удельный вес (сотовый поликарбонат весит в 16 раз меньше, чем стекло и в 3 раза меньше, чем акрил аналогичной толщины);
- Высокие теплоизоляционные свойства, низкая теплопроводность;
- Высокая светопрозрачность;
- Хорошая шумо- и звукоизоляция;
- Высокая химическая устойчивость;
- Прочность на изгиб и на разрыв;
- Устойчивость к атмосферным воздействиям;

- Долговечность, неизменность свойств (гарантийный срок службы изделий из поликарбоната 10-12 лет);
- Безопасность остекления (поликарбонат не разбивается, не даёт трещин, а следовательно, острых осколков при ударе);
- Защита от ультрафиолетового излучения (специальный защитный слой препятствует проникновению наиболее вредных для внутреннего помещения УФ излучений);
- Хорошие конструкционные возможности, легкость листов позволяет создавать легкие и оригинальные конструкции [7, 9].



Рис. 1. Поликарбонат

В предложенном устройстве действует единый прием, работающей на естественной тяге: воздух поступает и нагревается в сушильной камеры, где на перфорированном поддоне размещается высушиваемый объект. Нагретый воздух движется в сушильной камере снизу вверх через слой материала и удаляется из камеры через вытяжную трубу. Стенки сушильной камеры выкрашены в черный цвет. В процессе поглощения лучистая энергия превращается в тепловую и вызывает нагрев этого объекта [4].

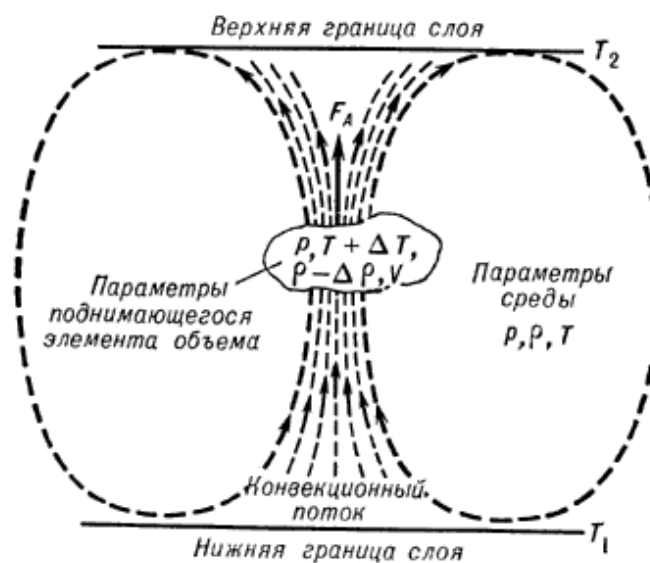


Рис. 2. Образование конвекции

В экспериментальной установке для исследования кинетики сушки сельскохозяйственной продукции реализуется солнечно-радиационно-конвективный способ обработки продукта. «Парниковый эффект» обеспечивает температуру под стеклом на 15-25°C выше температуры окружающей среды.

Солнечная установка состоит из двух коробов 1 и 2, покрытых поликарбонатом (рис.3.) Воздух в камере прогревается непосредственно от солнца через поликарбонатное покрытие и боковые поверхности.

В верхней части камеры 1 имеется вытяжная труба 4 для усиления конвекции, а в нижней части вход для свежего воздуха 5. Режим работы во многом определяется шириной и высотой вентиляционной трубы, регулирующей интенсивность воздухообмена. Разность высот между нижним входом воздуха и верхним концом трубы составляет приблизительно 2.2 м. За счет разности температур и давлений увеличивается конвекция в данной конструкции. Весь корпус окрашен в черный цвет для усиления теплового эффекта. В камере имеется поддон из сита 3, куда загружается высушиваемая продукция.

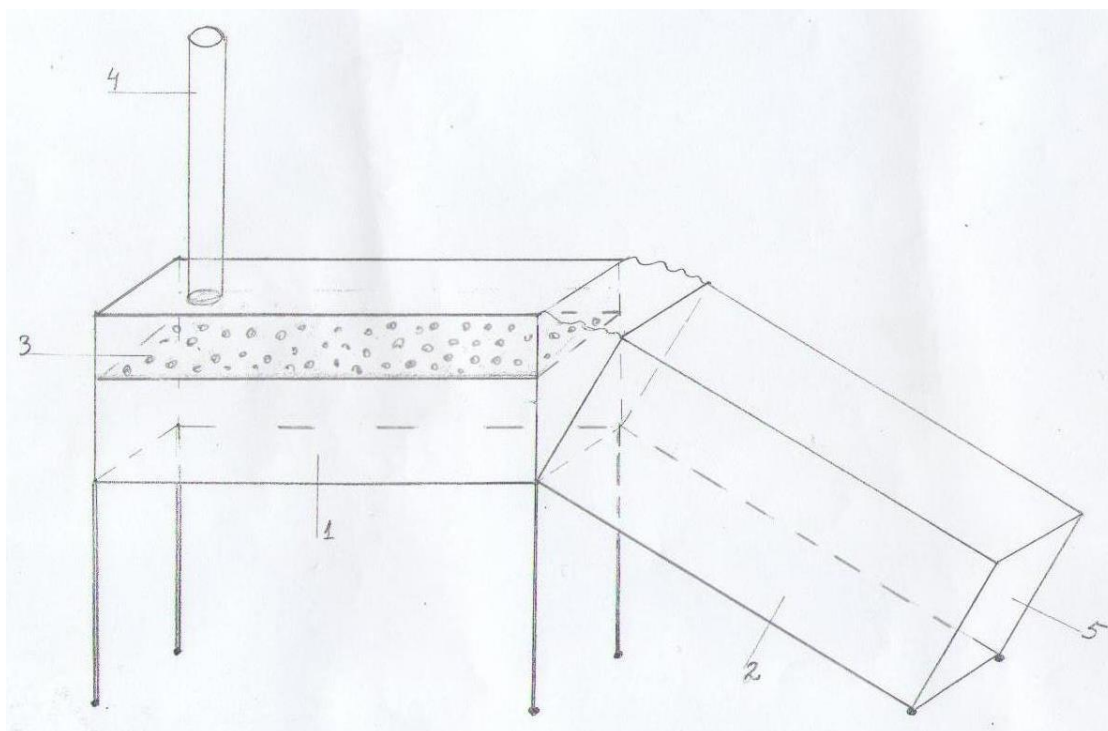


Рис. 3. Конвективная гелиосушилка

1 – сушильная камера; 2 – входное отверстие.; 3 – поддон с продуктом; 4 – вытяжная труба; 5 – входное отверстие.

Предварительно обработанное и нарезанное сырье укладывается внутрь установки, после чего короб 1 и короб 2 накрываются поликарбонатом. В случае необходимости камера 1 может покрываться металлическим листом или другим материалом (для сушки некоторых видов с/х продукции и лекарственных растений необходима сравнительно невысокая температура сушки за недлительный промежуток времени). Гелиосушилка выставляется на солнце. Воздух, нагретый и циркулирующий в гелиосушилке обеспечивает высокую скорость и качество сушки. Солнечная энергия поглощается самим продуктом непосредственно и внутренними стенками камеры, окрашенными в черный цвет, в которой находится высушиваемый материал.

Так как снизу сушилка открыта вентиляционным отверстием 5, а сверху соединена с вертикальной трубой 4, то создается внутри сушилки воздушная тяга. Циркуляция воздуха осуществляется за счет естественной тяги, при этом испарившаяся влага выносится с воздухом в атмосферу. Когда скорость ветра у выходного отверстия трубы возрастает, давление в этом месте падает. Более высокое давление внутри короба буквально «выталкивает» воздух из сушилки в трубу. Усиленная конвекция воздуха совместно с нагревом делает эффективным процесс сушки и при этом не затрачивается электроэнергия на вытяжную вентиляцию [4, 6, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Замвальд. Сушка фруктов, овощей, зелени. Изд.: Астрель, 2002. – 128 с.
2. У. Болтон. Конструкционные материалы, металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Пер с англ. М.: Книжный дом «Университет», 2004. – 320 с.
3. И.Б. Кищенко. Сушка овощей, фруктов, мяса и рыбы; Основы сушки; Солнечные и искусственные сушилки; Конструкции сушилок и коптилен. Изд.: Сталкер, 2004. -144с.
4. А.А. Александров. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. М.: «МЭИ», 2016. – 158 с.
5. О.В. Чагин, Н.Р. Кокина, В.В. Пастин. Оборудование для сушки пищевых продуктов. Иван. хим. – технол. ун-т.: "Иваново". 2007. – 138 с.
6. Б.А. Григорьев, Ф.Ф. Цветков. Тепломассообмен: Учеб. пособие – 2-е изд. – М: «МЭИ», 2005. – с. 550.
7. Е.А. Мишта, П.В. Мишта., А.А. Шагарова. Процессы и аппараты пищевых производств. Сушка. Расчеты сушилок для сушки пищевых продуктов. Учебное пособие. – Волгоград, ВолгГТУ, 2012. – 60 с.
8. С.Т. Антипов и др. Машины и аппараты пищевых производств. Книга 2. Том 1. Учебник в 3-х кн. – Под ред. В.А. Панфилова, В.Я. Груданова – Минск: БГАТУ, 2008. – 580 с.
9. Д.В. Макаров, И.А. Дубков. Поликарбонат. Применение в современном строительстве. Казань: Сафпласт. 2010.- 201с.

GEOLOGY

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОИСКА РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПАЛЛАДИЯ

Степченко Владимир Николаевич,

Главный инженер, Главный конструктор, Специальный Центр Аэрокосмических Технологий “Центавр”, г. Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6161-8160>

Родна Валентина Антоновна,

Главный геолог, Специальный Центр Аэрокосмических Технологий “Центавр”, г. Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4880-7009>

Багрянцев Владимир Анатольевич,

Заместитель директора по новым технологиям, Специальный Центр Аэрокосмических Технологий “Центавр”, г. Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3835-4106>

Шель Владимир Алексеевич,

Ведущий инженер-разработчик геоинформационных систем и технологий, Специальный Центр Аэрокосмических Технологий “Центавр”, г. Днепр, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5772-2811>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7197

ARTICLE INFO

Received: 19 July 2020

Accepted: 27 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

Radio-Thermal Imaging Technologies, Earth remote sensing, electromagnetic radiation, radio brightness temperature, aerospace imagery, Earth crust, thermal exploration, rocks, geothermal anomalies, geothermal sections, geological structures, intrusions, ore deposits, platinum group metals

ABSTRACT

The possibilities of the method of Radio-Thermal Imaging Technology for the search for ore deposits of platinum group metals, in particular - palladium, are considered on the example of the Elansky deposit of the Voronezh crystalline massif. Geothermal sections show a columnar geological structure (intrusion) of a main ore body containing palladium and other platinum group elements. The deep origin of ore deposits of platinoid-copper-nickel-palladium deposits, the connection of ore structures with dikes has been traced.

Citation: Stepchenko W. N., Rodna V. A., Bagryantsev W. A., Shel W. A. (2020) Using of the Method of Radio-Thermal Imaging Technology for the Search for ore Deposits of Platinum Group Metals, Including Palladium. *World Science*. 7(59). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30092020/7197](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7197)

Copyright: © 2020 Stepchenko W. N., Rodna V. A., Bagryantsev W. A., Shel W. A. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. Метод Дистанционного Зондирования Земли (ДЗЗ) Радио-Тепловизорной Технологии (РТТ), применительно к геологии, можно использовать для поиска подземных водных, углеводородных и рудных ресурсов. Для поиска рудных залежей платиновой группы, в особенности – палладия, послужило недавнее открытие его значительных запасов на Еланском месторождении. (Воронежская область, Россия). Это месторождение и было использовано как тестовый участок для отработки метода РТТ с дальнейшей целью геологического поиска аналогичных месторождений на других территориях.

В докембрийском фундаменте Воронежского кристаллического массива установлены ультрамафит-мафитовые и мафитовые комплексы еланского типа, сформировавшиеся в условиях реактивации позднеархейских структур [7] "Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива (Чернышова М.Н. 2006)". Особое значение имеет пространственное картирование столбообразных интрузий и даек, которые являются важнейшими индикаторами рудных залежей платиноидно-медно-никелевых месторождений, содержащих палладий.

Палладий редкий и дефицитный металл. Его спрос на мировом рынке превышает его добычу. Обладает крайне высокой значимостью не только за счет высокой стоимости, но и благодаря возможностям потенциального использования. Например, в авиации автомобилестроении и военных разработках. Основные обнаруженные запасы расположены в России и Южной Африке.

Радиотепловые дистанционные методы исследований изучаются учеными во всем мире более 70 лет. Начиная с 1960 г. применяются для решения прикладных задач, в том числе для изучения поверхности Земли [8] "Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы. Том 1. с.20-26 (Шарков Е.А. 2014)".

В качестве исходных данных использовалась информация, полученная со спутников Земли в радиотепловом диапазоне электромагнитных волн. Интерпретация термодинамических аномалий выполнялась с использованием результатов исследований Член-корреспондента РАН Чернышова Н.М. и Чернышовой М.Н. [3-7] "Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения Еланского типа (геология, закономерности размещения, минералогическо-геохимические особенности руд). Геолого-генетическая модель формирования. (Чернышов Н.М. 1998)", "Мамонский и Еланский типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2008)", "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. Сульфидные никелевые руды еланского типа месторождений и особенности распределения в них металлов платиновой группы. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)", "Платиноносные и золото-платиноносные формации Воронежского кристаллического массива при различных геодинамических режимах формирования докембрийской литосферы. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2012)", "Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива. (Чернышова М.Н. 2006)". Для обработки спутниковых снимков использовался программный комплекс собственной разработки.

Метод Радио-Тепловизорной Технологии. Метод Радио-Тепловизорной Технологии является пассивным методом Дистанционного Зондирования Земли (ДЗЗ), основанный на регистрации излучаемой тепловой энергии, которая представлена непрерывным спектром электромагнитных волн и выражается физическим параметром – радиояркостная температура $[T_r]$.

Интенсивность собственного излучения, как в оптическом, так и радиодиапазоне, в соответствии с приближением Рэлея-Джинса и законом Кирхгофа, характеризуется яркостной температурой $[ЯТ] T_{я}$. Для радиодиапазона электромагнитных волн – является радиояркостной температурой. Определяется произведением коэффициента излучения $[КИ]$ к среды на ее эффективную температуру $[ЭТ] T_{э.т}$. То есть, измеряется радиояркостная температура: $T_{я} = kT_{э}$, [9] "СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов." (Шутко А.М. 1986)".

Отличие метода РТТ от других методов ДЗЗ заложено в алгоритме обработки спутниковых материалов в получении контраста радиояркостных температур $[\Delta T_r]$, и как следствие – суммарной плотности теплового потока, позволяющего рассчитать все неоднородности Земной коры. Технология позволяет аппроксимировать достаточное множество точек, несущих исходную априорную информацию о структурной геологической литологии, повышать контраст температурной чувствительности и разрешающую способность материалов, и как следствие – получать объемную радио-тепловизорную тепловую модель исследуемой площади в заданном расчетном масштабе [2] "Basics of Thermal Imaging Technologies and their experience. (Stepchenko V. N. et al. 2018)".

Используются спутниковые материалы в микроволновом диапазоне.

Физика процесса распознавания рудных образований с использованием технологий РТТ. Тектонические структуры задерживают тепло, которое выделяет мантия и ядро Земли.

Энергия теплопереноса происходит посредством электромагнитных волн, которые распространяются (с выделением тепловой энергии) из глубин по направлению от ядра Земли и теряет ее часть на фоне, в том числе рудной составляющей зависящей от коэффициента излучения [КИ]. По величине этих потерь мы можем судить о количестве и качестве рудосодержащих пород. В классическом понимании рудные породы состоят из металлосодержащих компонентов, обладающих собственными коэффициентами излучений (поглощений) поднятых к поверхности Земли из глубин мантии с различных ее горизонтов. На практике мы наблюдаем эти компоненты как потери радиотепловых контрастов на фоне стабильных характеристик радиотепловых геофизических полей вмещающих пород. Эти потери состоят из материалов (золото хром и др.) и имеют собственные коэффициенты излучения в пределах [$\epsilon \approx 0.01 \dots 0.02$]. По сравнению с базальтом, у которого этот коэффициент составляет [$\epsilon \approx 0.7$]. Таким образом, контраст радиояркой температуры, $\Delta T_{\text{як}} = k \Delta T_{\text{э}}$ фиксирует заполнение рудной составляющей более «горячими» золотом (палладием), в сравнение с «прохладными» вмещающими породами: гранит, базальт, глина [$\epsilon \approx 0.7 \dots 0.95$] (Таблица 1.).

Таблица 1. Типовые коэффициенты излучения материалов [ϵ]

Шкала	Качественная цветосинте- зированная шкала	Обозна- чение	Материал / Элемент	Коэффициент излучения ($\lambda = 8..14 \mu\text{m}$)		
				Min	Max	
0,01		Au	Золото	0.01	0.1	
		Ag	Серебро	0.02	0.2	
Mg		Магний	0.02	0.1		
Cr		Хром	0.02	0.2		
0,05		Cd	Кадмий	0.02		
		W	Вольфрам	0.03		
		Pd	Палладий	0.05		
0,08		Cu	Медь	0.05	0.1	
		Hg	Ртуть	0.05	0.15	
0,1		Fe	Железо	0.05	0.2	
		Ni	Никель	0.07	0.08	
0,5		Pt	Платина	0.08		
		Mo, Zn	Молибден, Цинк	0.1		
		Al	Алюминий	0.1	0.3	
		Be	Бериллий	0.18		
		Sb	Сурьма	0.28	0.31	
		Bi	Висмут	0.34		
		0,7	Pb	Свинец	0.4	0.43
				Гранит	0.4	
		0,9	Ti	Титан	0.5	0,6
			Базальт	0.7		
	Уголь		0.8	0.9		
0,95		Песок	0.9			
		Вода, Кварц	0.93			
		Глина, Гравий, Мрамор белый	0.95			

Следует понимать, что горные породы состоят из различных минералов и элементов, что дает сочетание компонентов различных образований, например: слоистую текстуру гнейсов и амфиболитов.

Калибровка модели выполняется для каждого объекта поисков, в зависимости от полезного ископаемого и геолого-тектонических условий региона.

Результаты исследований методом Радио-Тепловизионной Технологии.

По результатам исследований методом РТТ в масштабе 1:5 000 (горизонтальный и вертикальный) на площади Еланского месторождения построен трехмерный куб и 18 вертикальных разрезов с шагом 100 м. Шаг исследований может быть различным, исходя из масштаба исследований, поставленных задач и пространственных размеров картируемых структур в геологическом массиве. Расположение разрезов показано на Рис.3.а. Глубина исследований: до горизонта -3000 м в абсолютных отметках. Линии разрезов G 1 – G 9 W-E направления, линии разрезов V 1 – V 9 S-N направления. В качестве иллюстрации в данной работе приведены вертикальные разрезы G 3 и V 1 (Рис.1., Рис.2.), проходящие через интрузию, которая включает главное рудное тело, содержащее палладий и сопутствующие металлы. Кроме того, построено 3 горизонтальных среза (слайса) по горизонтам: +100 м, -500 м, -2200 м в абсолютных отметках.

Главное рудное тело хорошо оконтуривается по результатам спектрального анализа в виде термодинамической аномалии, соответствующей столбообразной залежи норит-диоритовой фазы. Рудное тело падает на восток под углом 88°. На север - 86°, т.е. практически вертикально. Размер по вертикали: 900-1300 м, сечением 100-300 м в интервале глубин – 120÷-1420 м (в абсолютных отметках). Вмещающие породы: нориты, нориты с ортопироксенитом, диориты, гранодиориты [5] "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. Сульфидные никелевые руды еланского типа месторождений и особенности распределения в них металлов платиновой группы. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)". По периферии залежи выделяются вкрапления руды в норитах и ортопироксенитах. Ниже рудного тела зафиксирована дайка, что подтверждает многофазность интрузии, а глубинный (мантийный) характер формирования залежи хорошо иллюстрируется на горизонтальном срезе (Рис.3.d), где «корень» рудного тела распространяется на глубину -2200 м и более.

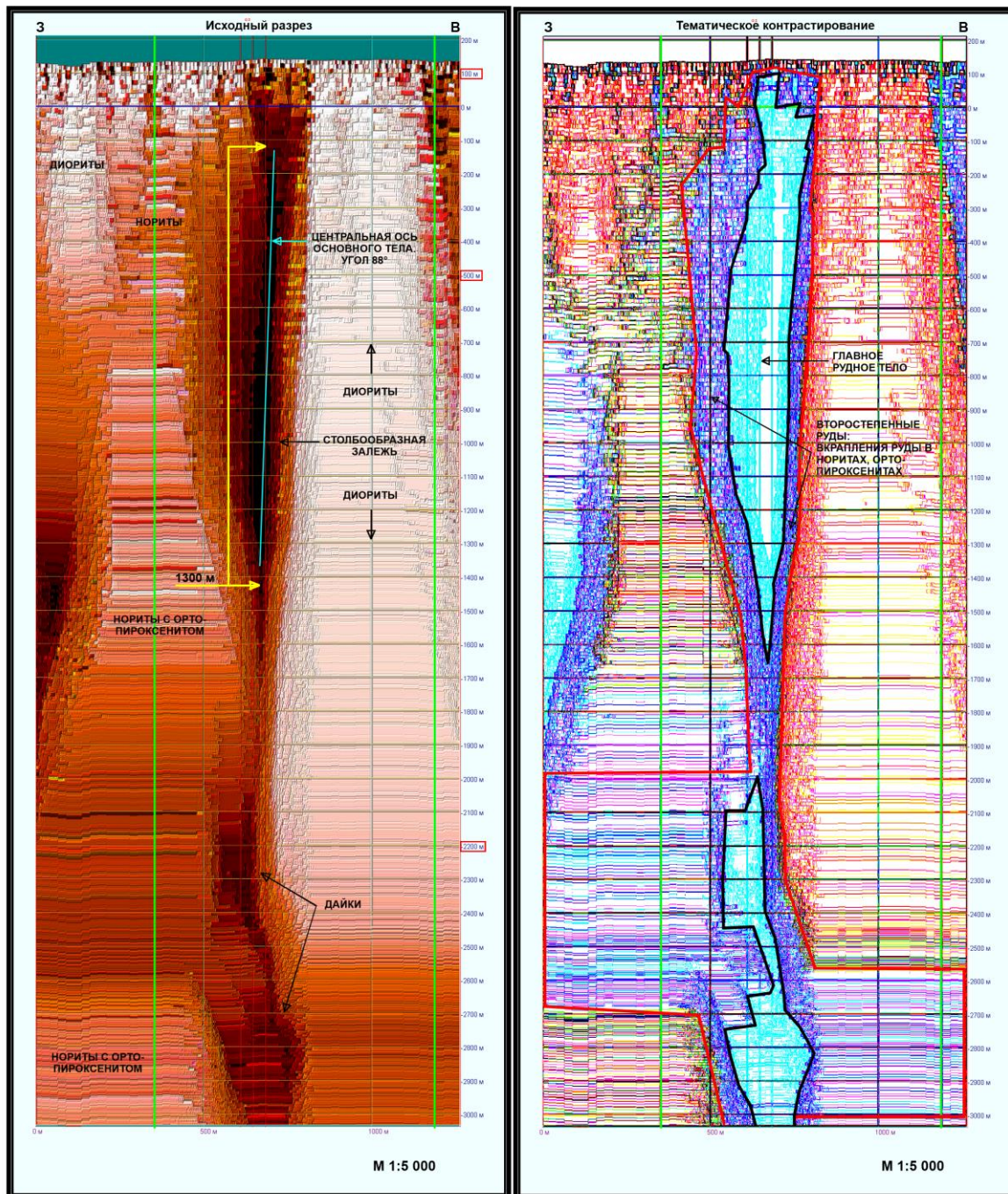
Следует отметить, что столбообразный характер рудных тел и зон Еланского месторождения подтвержден геологическими исследованиями до глубины 1500 м. Содержание Pd по данным [5] "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. Сульфидные никелевые руды еланского типа месторождений и особенности распределения в них металлов платиновой группы. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)" составляет 0,031-1,14 г/т. Важнейшие рудные минералы: главные – пирротин, пентландит, халькопирит; второстепенные и редкие: никелин, кобальтин, арсенопирит, пирит, виоларит, аргентопентландит, хромшпинелиды, ильменит, титаномагнетит, магнетит, золото, платина и др. [4, 5] "Мамонский и Еланский типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2008)", "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)".

Пространственно-генетическая связь золото-платинометалльного оруденения с геодинамическим режимом наиболее интенсивной эндогенной активности и структурной дифференциации земной коры, обуславливают и формирование формационно-генетических типов платиносодержащих месторождений и рудопроявлений ВКМ [6] "Платиноносные и золото-платиноносные формации Воронежского кристаллического массива при различных геодинамических режимах формирования докембрийской литосферы (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2012)".

Анализ многочисленных горизонтальных срезов с шагом 50 м и меньше показывает, что формирование залежи происходило при вихревом движении восходящих конвективных потоков по направляющей, в виде спирали против часовой стрелки. Данный механизм приводит к воронкообразному виду интрузии, что наблюдается на вертикальных разрезах (Рис.1., Рис.2.).

ЕЛАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ
 ПОИСК РУД ПЛАТИНОИДНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ-ПАЛЛАДИЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
 И ДРУГИХ СОПУТСТВУЮЩИХ МЕТАЛЛОВ
 ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ G 3

МЕТОД РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ



Легенда:

- Линия уровня моря
- | Линии границ лицензионного участка
- 500 Глубина горизонтального среза
- Рудное тело главное [Платина, Медь, Никель, Палладий] *
- Рудное тело второстепенное [Золото, Серебро, Родий, Осмий, Иридий, Рутений, Селен, Теллур, Молибден, Мышьяк, Сурьма, Висмут, Свинец] *

* Источник: "ВЕСТНИК ВГУ, СЕРИЯ: ГЕОЛОГИЯ, 2011, № 1, ЯНВАРЬ-ИЮНЬ"
 "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений". Член-корр. РАН Н. М. Чернышов, М. Н. Чернышова

Рис.1. Еланское месторождение. Вертикальный геотермический разрез G 3 запад-восток.

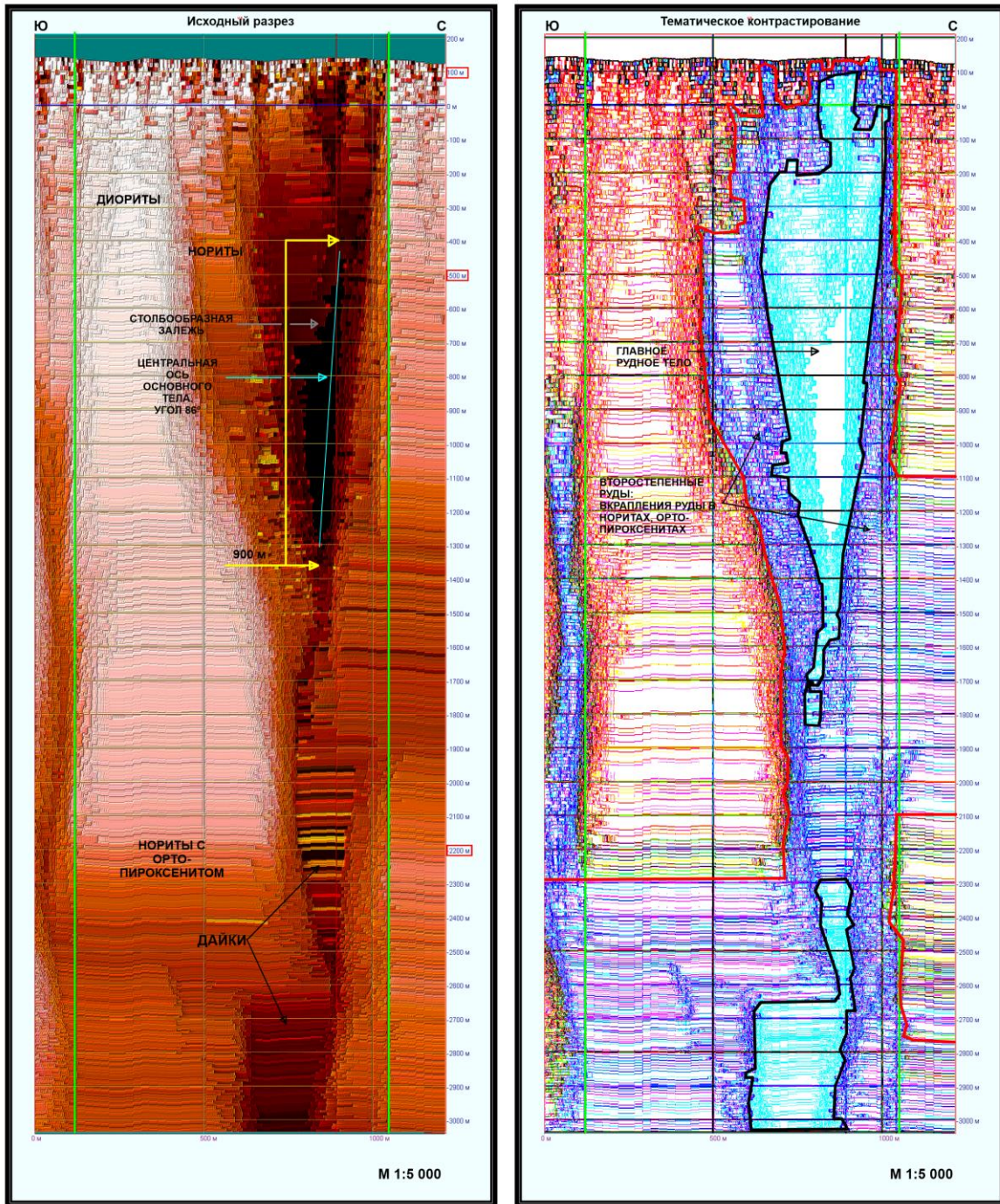
*Перечень элементов приведен по данным [5] "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)"

ЕЛАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

МЕТОД РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ПОИСК РУД ПЛАТИНОИДНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ-ПАЛЛАДИЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ДРУГИХ СОПУТСТВУЮЩИХ МЕТАЛЛОВ

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ V 5



Легенда:

- Линия уровня моря
- Линии границ лицензионного участка
- 500 Глубина горизонтального среза
- Рудное тело главное [Платина, Медь, Никель, Палладий] *
- Рудное тело второстепенное [Золото, Серебро, Родий, Осмий, Иридий, Рутений, Селен, Теллур, Молибден, Мышьяк, Сурьма, Висмут, Свинец] *

* Источник: "ВЕСТНИК ВГУ, СЕРИЯ: ГЕОЛОГИЯ, 2011, № 1, ЯНВАРЬ-ИЮНЬ"
 * Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений". Член-корр. РАН Н. М. Чернышов, М. Н. Чернышова

Рис.2. Еланское месторождение. Вертикальный геотермический разрез V 5 юг-север.

* Перечень элементов приведен по данным [5] "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)"

ЕЛАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

МЕТОД РАДИО-ТЕПЛОВИЗОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

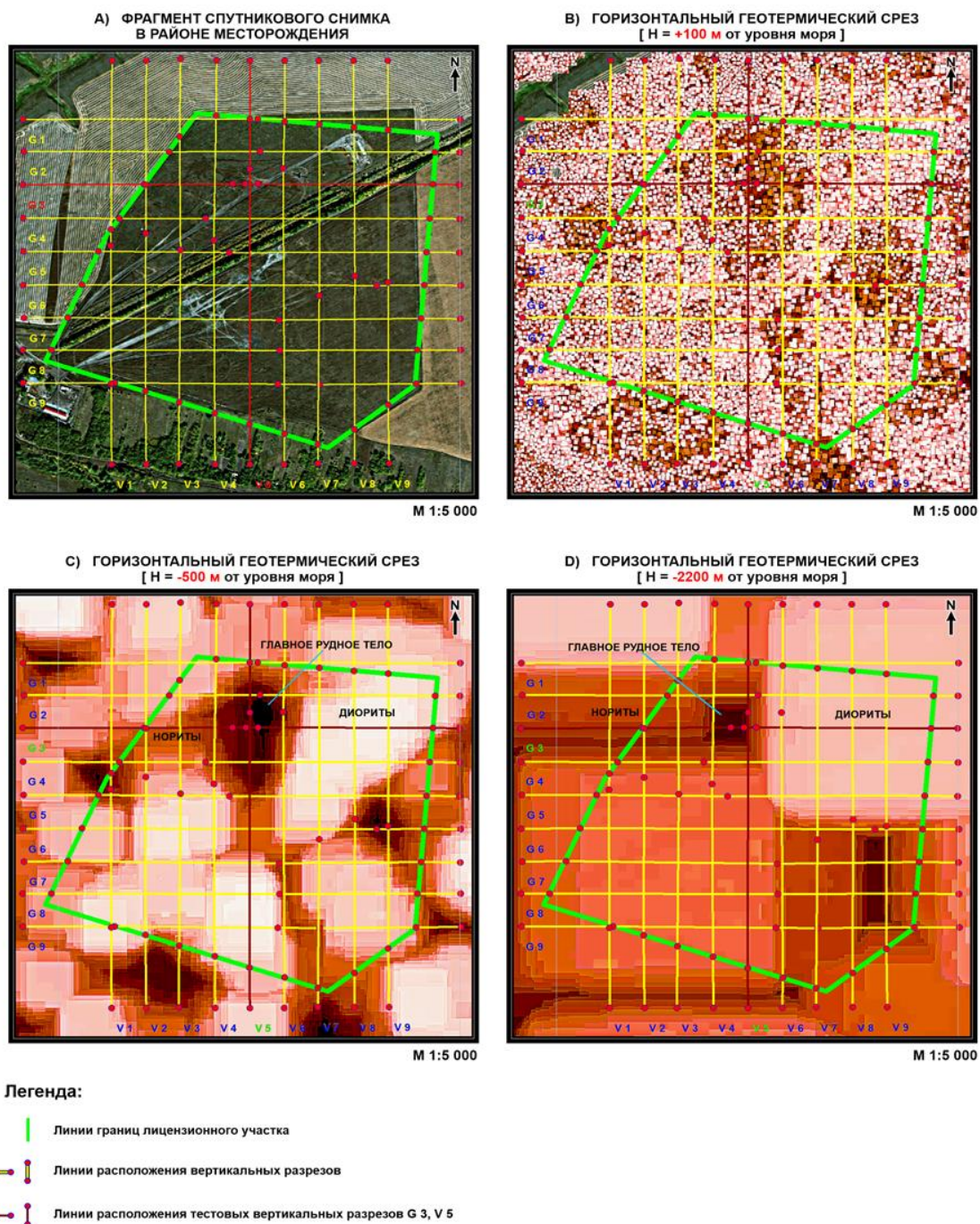
ПОИСК РУД ПЛАТИНОИДНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ-ПАЛЛАДИЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
И ДРУГИХ СОПУТСТВУЮЩИХ МЕТАЛЛОВ

Рис.3. Еланское месторождение. А – линии разрезов на спутниковом снимке, В, С, D – горизонтальные геотермические срезы.

Выводы. Результаты представленной работы позволяют констатировать, что метод ДЗЗ РТТ способен выявлять рудные месторождения, в том числе, платиноидно-медно-никелевые-палладиевые и других сопутствующих металлов. Это наглядно демонстрируют вертикальные геотермические разрезы (Рис. 1., Рис. 2.0) и горизонтальные срезы (Рис.3.). Полный анализ материалов, в том числе, представленных в настоящей статье, позволяет сделать следующие выводы:

- глубинная, более одного километра структура, в виде столбообразной залежи в поперечнике – округлой формы;

- центральная ось основного рудного тела находится в пределах близких к углу 90 градусов;

- залежь формировалась по направляющей в виде спирали, против часовой стрелки;

- отслеживается путь формирования рудной залежи из мантийных глубин Земли;

- по коэффициенту излучения элементов геологического разреза и соответствующим спектрам цветовой шкалы (Таблица 1) можно предположить, что геологическая структура имеет рудное образование, содержит элементы платиновой группы металлов [2] "Basics of Thermal Imaging Technologies and their experience. (Stepchenko V.N. et al., 2018)".

Геологические исследования позволяют уточнить содержание элементов в рудной залежи [1, 3-7] "Геология МПИ (Лебедев И.П. и др., 2009)", "Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения Еланского типа (геология, закономерности размещения, минералого-геохимические особенности руд). Геолого-генетическая модель формирования (Чернышов Н.М., 1998)", "Мамонский и Еланский типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н., 2008)", "Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2011)", "Платиноносные и золото-платиноносные формации Воронежского кристаллического массива при различных геодинамических режимах формирования докембрийской литосферы (Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. 2012)", "Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива (Чернышова М.Н. 2006)".

На геотермических разрезах выделена столбообразная рудная залежь, содержащая палладий на Воронежском кристаллическом массиве, что позволяет рекомендовать данный метод для поисков руд металлов платиновой группы, золота и сопутствующих металлов на других территориях.

Метод ДЗЗ РТТ является экологически безопасным. Позволяет оптимизировать экономические и экологические риски при проектировании и разработке месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев И.П., Кориш Е.Х., Савко К.А., и др. (2009) Геология МПИ. Воронежский ГУ.
2. Stepchenko V.N., Bagryancev V.A., Rodnaya V.A. (2018) Basics of Thermal Imaging Technologies and their experience. World of Geotechnics 2(58), 2018.
3. Чернышов Н.М., (1998) Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения Еланского типа (геология, закономерности размещения, минералого-геохимические особенности руд). Геолого-генетическая модель формирования. Вестн. ВГУ, сер. Геол., 1998. – N5. – стр.120-151.
4. Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. (2008) Мамонский и Еланский типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (состав, генетические особенности, перспективы освоения). ВГУ. Проблемы рудогенеза докембрийских щитов. Труды Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию юбилею члена-корреспондента РАН Г.И. Горбунова. Апатиты, 17-18 ноября 2008г.
5. Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. (2011) Особенности распределения и модель механизма фракционирования металлов платиновой группы в сульфидных никелевых рудах еланского типа месторождений. Статья 1. Сульфидные никелевые руды еланского типа месторождений и особенности распределения в них металлов платиновой группы. Вестн. ВГУ, сер. Геол., – N1. – стр.117-132.
6. Чернышов Н.М., Чернышова М.Н. (2012) Платиноносные и золото-платиноносные формации Воронежского кристаллического массива при различных геодинамических режимах формирования докембрийской литосферы. Вестн. ВГУ, сер. Геол. – N1. – стр.122-146.
7. Чернышова М.Н. (2006) Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива. Автореферат диссертации. Воронежский государственный университет. Воронеж.
8. Шарков Е.А. (2014) Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы. Том 1. ИКИ. Москва. стр.20-26
9. Шутко А.М. (1986) СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов. Москва. НАУКА. стр. 10-11

BIOLOGY

**ВПЛИВ ЗАНЯТЬ СПОРТОМ НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ
МОЖЛИВОСТІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ
ДІВЧАТ 17-21 РОКІВ ПОДІЛЬСЬКОГО РЕГІОНУ****Бойко М. О.,***аспірант, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0539-2966>***Фурман Ю. М.,***д.б.н., професор, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5206-7712>***Онишук В. Є.,***канд. наук з фіз. виховання і спорту, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9615-6653>***Гаврилова Н. В.,***канд. наук з фіз. виховання і спорту, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6209-5875>***Мірошніченко В. М.,***канд. наук з фіз. виховання і спорту, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1139-4554>***DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7203****ARTICLE INFO****Received:** 28 July 2020**Accepted:** 29 August 2020**Published:** 30 September 2020**KEYWORDS**girls-athletes,
heart rate,
recovery,
Podolsk region.**ABSTRACT**

In this article considers the effectiveness of the impact of sports on the functionality of the cardiovascular system of girls 17-21 years old living within the Podolsk region. The function of the cardiovascular system of girls was evaluated by the ability to recover after termination of work (by the parameters of heart rate). Classes cycling and playing sports (performance of muscle work of which is connected with the mixed mode of power supply) and martial arts (performance of muscular work is associated with anaerobic (lactate) mode of power supply) contribute to improvement the functional possibilities of the cardiovascular system. This is manifested by the acceleration of recovery of heart rate after metered physical loads of 1 watts and 2 watts per 1 kg of body weight. The smallest percentage of person with a slow recovery of heart rate were detected among athletes, volleyball players and representatives of complex coordination sports. These individuals are involved in the performing of physical exercise with anaerobic (alactate) processes of metabolism.

Citation: Boiko M. O., Furman Yu. M., Onyshchuk V. E., Havrylova N. V., Miroshnichenko V. M. (2020) The Influence of Sports to the Functional Possibilities of the Cardiovascular System of Girls Aged 17-21 of the Podolsky Region. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7203

Copyright: © 2020 **Boiko M. O., Furman Yu. M., Onyshchuk V. E., Havrylova N. V., Miroshnichenko V. M.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Важливе значення в адаптації організму людини до впливу різних факторів відіграє серцево-судинна система [1, 5, 6, 8, 9, 10, 12]. Оскільки відомо, що під час фізичної роботи потреба працюючих м'язів у кисні зростає, то в організмі людини відбувається запуск фізіологічних механізмів. Це, в свою чергу, впливає на пристосування системи кровообігу до м'язової роботи, збільшуючи частоту серцевих скорочень (ЧСС), підвищуючи систолічний

(САТ) і зменшуючи діастолічний тиск крові (ДАТ) [1, 2, 4, 8]. Одним з показників рівня адаптації організму до фізичних навантажень можна вважати тривалість відновлення до вихідного рівня вищевказаних показників [3].

Метою нашого дослідження є встановлення ефективності впливу занять спортом на функціональні можливості серцево-судинної системи дівчат 17-21 років.

Матеріал і методи досліджень. У дослідженні брали участь 69 дівчат- студенток закладів вищої освіти м. Вінниці, які проживають в межах Подільського регіону. З усіх досліджених 15 дівчат не займалися спортом – група ОГ8, а 54 студентки займалися спортом та були розподілені за режимом енергозабезпечення м'язової роботи на наступні групи: група ОГ9 – футболістки, баскетболістки; група ОГ10 – волейболістки; група ОГ11 – спортсменки циклічних видів спорту; група ОГ12 – акробатки, гімнастки; група ОГ13 – спортсменки, які займаються єдиноборствами. Кваліфікація спортсменок відповідає рівню кандидата в майстри спорту та першого спортивного розряду.

Усі досліді проводили у відповідності до Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку з застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р., і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 р.). Кожен досліджений підписував інформовану згоду на участь у дослідженні.

З метою вивчення впливу занять спортом на функціональні можливості серцево-судинної системи використано методик, запропоновану Ю.М. Фурманом [2].

Статистичний аналіз отриманих даних здійснювали за допомогою методів математичної статистики. Для встановлення вірогідності різниці середніх значень використовували t-критерій Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. У спортсменок груп ОГ9 (футболісток, баскетболісток), ОГ11 (представниць циклічних видів спорту), ОГ13 (єдиноборок) відновлення частоти серцевих скорочень після дозованої фізичної роботи на велоергометрі потужністю 1 Вт на 1 кілограм маси тіла відбулося через 3 хвилини відновного періоду (табл. 1).

Таблиця 1. Відновлення частоти серцевих скорочень після дозованих фізичних навантажень у дівчат 17-21 року з різною руховою активністю

Групи	Потужність роботи	Частота серцевих скорочень, $\bar{X} \pm S$				
		до навантаження	після навантаження			
			одразу	через 1 хвилину	через 2 хвилини	через 3 хвилини
ОГ8 (n=15)	1 Вт·кг ⁻¹	77,13 ± 1,46	128,93 ±2,93***	111,87 ±3,23***	96,13 ±4,08***	86,40 ±3,70*
	2 Вт·кг ⁻¹		176,67 ±1,85***	151,27 ±3,16***	128,73 ±3,00***	108,60 ±3,39***
ОГ9 (n=10)	1 Вт·кг ⁻¹	73,80 ± 1,41	121,30 ±2,27***	105,60 ±2,60***	90,60 ±1,95***	76,70 ±1,08
	2 Вт·кг ⁻¹		166,50 ±2,06***	131,50 ±2,16***	113,40 ±2,81***	97,00 ±3,14***
ОГ10 (n=10)	1 Вт·кг ⁻¹	75,10 ± 2,38	130,20 ±3,35***	108,00 ±1,84***	92,30 ±1,84***	82,00 ±1,73*
	2 Вт·кг ⁻¹		174,60 ±2,27***	140,90 ±2,71***	120,70 ±2,60***	99,70 ±3,68***
ОГ11 (n=13)	1 Вт·кг ⁻¹	73,00 ±0,86	115,38 ±1,47***	97,92 ±3,11***	86,23 ±2,33***	77,77 ±2,33
	2 Вт·кг ⁻¹		158,31 ±1,21***	122,00 ±3,20***	102,31 ±2,85***	89,31 ±2,25***
ОГ12 (n=11)	1 Вт·кг ⁻¹	76,36 ±1,50	127,73 ±3,39***	106,36 ±3,19***	92,00 ±1,90***	81,55 ±1,80*
	2 Вт·кг ⁻¹		171,73 ±1,10***	143,18 ±2,19***	121,55 ±2,69***	99,91 ±3,09***
ОГ13 (n= 10)	1 Вт·кг ⁻¹	78,00 ±1,62	123,30 ±3,57***	104,70 ±2,27***	90,40 ±2,27***	81,50 ±2,16
	2 Вт·кг ⁻¹		169,90 ±2,07***	141,60 ±3,14***	120,00 ± 3,68***	98,20 ± 2,49***

Примітка. Вірогідні відмінності середнього значення відносно величини зареєстрованої до навантаження: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,005.

У дівчат, які не займалися спортом (група ОГ8), у спортсменок груп ОГ10 (волейболісток) та групи ОГ13 (акробаток, гімнасток) м'язова робота яких забезпечується завдяки активізації анаеробного алактатного метаболізму [11], відновлення ЧСС після дозованих велоергометричних навантажень потужністю 1 Вт на 1 кілограм маси тіла через 3 хвилини не зареєстровано.

Водночас, незалежно від спортивної спеціалізації після навантаження потужністю 2 Вт на 1 кг маси відновлення ЧСС в усіх групах досліджених дівчат протягом 3 хвилин не зареєстровано.

Висновки. Позитивна динаміка відновлення ЧСС після навантажень потужністю 1 Вт на 1 кг маси тіла найкраще проявилася у спортсменок, які займаються ігровими та циклічними видами спорту, фізична робота яких пов'язана зі змішаним режимом енергозабезпечення та у єдиноборок, виконання м'язової роботи яких забезпечується переважно анаеробними (лактатними) процесами енергозабезпечення. Однак, у неспортсменок, у спортсменок-волейболісток та у спортсменок, які займаються складно-координаційними видами спорту (м'язова робота яких забезпечується анаеробним (алактатним) метаболізмом), відновлення ЧСС після дозованих фізичних навантажень триває найдовше.

REFERENCES

1. Apanasenko, G.L., Popova, L.A., Magl'ovanyi, A.V. *Sanologija*. L'viv: PP Kwart 2011. 303 p. [Ukrainian]
2. Furman, Y.M. *Korekcija aerobnoi' ta anaerobnoi' laktatnoi' produktyvnosti organizmu molodi bigovymy navantazhennjamy riznogo rezhymu*: dis. doktora biol. nauk, Abstr. Dr. Sci. (Biol.). Kiev. 2003. 257 s. [Ukrainian]
3. Furman, Y.M. Bioelektrychna aktyvnist' sercya i arterial'nyj tysk jak pokaznyky efektyvnosti bigovyh ozdorovchych trenuvan'. *Pedagogika, psyhologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu*. 2001; 25: 34-38. [Ukrainian]
4. Furman, Y.M. Dynamika vidnovlennja ChSS pislja fizychnyh navantazhen' riznoi' intensyvnosti. *Materialy konferencii' vuziv Podil's'kogo regionu*. Vinnycja. 1993. 188 s. [Ukrainian]
5. Furman, Y.M., Ostafijchuk, O.K. Varianty reakcij arterial'nogo tysku vzalezhnosti vid rivnja fizychnoi' pidgotovky. *Materialy Mizhnarodnoi' naukovy-praktychnoi' konferencii' «Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ja nacii'»*. Vinnycja. 1994. 266-267 s. [Ukrainian]
6. Furman, Y.M., Zuhrava, M.O., Brezdenyuk, O.Y., Sulyma, A.S., Nesterova, S.Y. Adaptation of the Podil's'ky Region Students Aged 17-21 to Physical Work in the Aerobic and Anaerobic Modes of Power Supply. *Ukr. ž. med. biol. Sportu*. 2018; 3 (12): 235-242. [Ukrainian] DOI: 10.26693/jmbs03.03.235
7. Gruzevych, I., Mel'nyk, O., Gavrylova, N. Vplyv endogenno-gipoksychnogo dyhannja na dynamiku vidnovlennja funkciij' sercevo-sudyynnoi' systemy plavciv u pidgotovchomu periodi makrocyclyku na etapi poperedn'oi' bazovoi' pidgotovky. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorovja nacii'*. 2016; 2(21): 258-262. [Ukrainian]
8. Kalenichenko, O.V., Kovalenko, S.O., Tokar, S.I., Harchenko, D.M. Osoblyvosti arterial'nogo tysku u studentiv-sportsmeniv z riznoju sprjamovanistju trenoval'nogo procesu. *Pedagogika, psyhologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu*. 2011; 11: 55-58. [Ukrainian]
9. Korinchak, L.M. Vplyv fizychnogo navantazhennja na pokaznyky sercevo-sudyynnoi' systemy studentiv. *Pedagogika, psyhologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu*. 2008. [Ukrainian]
10. Kurinna, V.V., Kopajeva, T.V. Vplyv fizychnoi' kul'tury i sportu na organizm ljudyny. *Teorija ta metodyka fizychnogo vyhovannja*. 2009; 4 (54): 48-51. [Ukrainian]
11. Бойко, М.О. Особливості анаеробної продуктивності спортсменок 17-21 років різної спортивної спеціалізації. *Scientific Research in XXI Century: Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference (Ottawa, Canada, August 26-28, 2020)*. Ottawa, Canada, 2020. Pp. 83-88. [Ukrainian]
12. Зуграва, М.О., Фурман, Ю.М., Сулима, А.С. Вплив занять спортом на функціональні можливості серцево-судинної системи юнаків 17-21 року Подільського регіону [Vplyv zanyat' sportom na funkcional'ni mozhly'vosti sercevo-sudy'noyi sy'stemy' yunakiv 17-21 roku Podil's'kogo regionu]. *Український журнал медицини, біології та спорту [Ukr. ž. med. biol. Sportu.]*. Т. 4, В. 2(18), С. 260-266. DOI: 10.26693/jmbs04.02.260 [Ukrainian]

ENGINEERING SCIENCES

SOFTWARE SELECTION ON BASE OF SUGENO INTEGRAL

Salimov Vagif Hasan Oglu,

Ph.D., Azerbaijan Republic, Baku, Azerbaijan state oil and industry university, assoc. prof. of «Computer engineering» department, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0590-5437>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7166

ARTICLE INFO

Received: 10 July 2020

Accepted: 17 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

software, fuzzy measure,
fuzzy Sugeno measure,
Sugeno integral.

ABSTRACT

The article is devoted to the problem of software selection. As a rule, this tasks are formalized as models of multi-criteria decision making (MCDM). The peculiarity of this problem is in the fact that the evaluation criteria, is generally defined by linguistic expert. This requires the use of special methods, in particular, the theory of fuzzy sets. To solve the problem, an approach based on the a fuzzy measure was used. In general, a fuzzy measure allows one to take into account the effect of the mutual influence of criteria. The main difficulty lies in identifying this measure. The fuzzy Sugeno measure and Sugeno integral were used. An example of solving the indicated problem is given.

Citation: Salimov Vagif. (2020) Software Selection on Base of Sugeno Integral. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7166

Copyright: © 2020 Salimov Vagif. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

1. Introduction.

Software selection problem based on the formal methods is very actual [1-3]. As a rule, this tasks are formalized as models of multi-criteria decision making (MCDM). The peculiarity of this problem lies in the fact that the evaluation criteria, is generally defined by linguistic expert. This requires the use of special methods, in particular, the theory of fuzzy sets.

One of the problems MCDM – this is a problem taken as interrelation between criteria, i.e. the problem is non-additivity. Using these criteria such as the simple arithmetic mean, a weighted arithmetic mean, the geometric mean and a weighted geometric mean, median, mode, and others can lead to incorrect result. One of the approaches to solving this problem is the use of non-additive criteria, in particular, a fuzzy measure. The concept of fuzzy measure, based on the work of Choquet [4] in 1974 introduced by M. Sugeno [5]. In 1989, M. Sugeno [6] proposed the concept of λ fuzzy measure and a new method of aggregation is the Sugeno integral.

In general, a fuzzy measure allows one to take into account the effect of the mutual influence of criteria. The main difficulty lies in identifying this measure. There are several approaches to solving this problem [7 -9]. One of the approaches to solving this problem is the formalization of the expert's preferences based on the use of Shapley coefficients and maximization of entropy. Another approach to identifying a fuzzy measure [10] is an approach based on minimizing the squared differences between the Choquet integral and global estimates of alternatives.

In this paper, we will use the Sugeno aggregation function based on the fuzzy λ Sugeno measure.

2. Preliminaries.

Let's consider the basic concepts of the theory of fuzzy measure.

Fuzzy measure. Consider a variety of criteria $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$. $P(X)$. is a collection of all potential subsets that can be built on base of X

A fuzzy measure is a mapping $\mu(X): \rightarrow [0,1]$ that satisfies the following two conditions:

- (i) $\mu(\emptyset) = 0$ and $\mu(X) = 1$
- (ii) if $A \subseteq B$ then $\mu(A) \leq \mu(B)$

In general, a fuzzy measure is non-additive

A fuzzy measure $\mu(A)$ of a subset of criteria A has the meaning of a weighting coefficients and indicates the degree of importance of a given subset of criteria.

If $\mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B)$ then the measure is additive

If $\mu(A \cup B) \geq \mu(A) + \mu(B)$ then the measure is super - additive

If $\mu(A \cup B) \leq \mu(A) + \mu(B)$ then the measure is sub - additive

Fuzzy λ - Sugeno measure: A set of criteria $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ is given and consist of n criteria and a real number $\lambda \in (-1, \infty)$. A fuzzy λ - Sugeno measure is a function $g_\lambda(X): \rightarrow [0,1]$ that satisfies the following two conditions:

$$g_\lambda(X) = 1$$

$$\text{If } A, B \subseteq T \text{ then } g_\lambda(A \cup B) = g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A)g_\lambda(B) \text{ and } A \cap B = \emptyset$$

The parameter λ can be determined from the equation

$$\lambda + 1 = \prod_{i=1}^n (\lambda g_i + 1)$$

If $-1 < \lambda < 0$ then $\sum_{i=1}^n g_i > g(X)$ - super-additive measure

If $\lambda = 0$ then $\sum_{i=1}^n g_i = g(X)$ - additive measure

If $\lambda > 0$ then $\sum_{i=1}^n g_i < g(X)$ - sub- additive measure

Sugeno Integral:

Suppose a g fuzzy measure is defined on a set X , then the Sugeno integral for the function $f: X \rightarrow [0, \infty]$ will have the form

$$\int f dg = \max_{1 \leq i \leq n} (\min(f(x_i), g(x_i)))$$

subject to the condition

$$f(x_1) \leq f(x_2) \leq f(x_3) \dots \dots f(x_n) \quad f(x_0) = 0$$

Consider software selection problem by 4 criteria $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$, which x_1 - functionality, x_2 - cost, x_3 - reliability, x_4 - convenience

To set the linguistic expert assessments, define following linguistic terms:

Very low -0.2, **Low** -0.4, **Medium** - 0.5, **High** -0.7, **Very high** -0.9

3. Problem solving.

Software alternatives and criterion values obtained from experts are presented in a matrix

Table 1. Criteria values for various software alternatives

	x_1	x_2	x_3	x_4
A_1	0.7	0.5	0.4	0.9
A_2	0.2	0.4	0.7	0.5
A_3	0.7	0.5	0.9	0.4
A_4	0.5	0.4	0.7	0.9
A_5	0.2	0.5	0.9	0.7

Given expert evaluation of fuzzy measures for the individual criteria

$$g_\lambda(x_1) = 0.7, g_\lambda(x_2) = 0.5, g_\lambda(x_3) = 0.5, g_\lambda(x_4) = 0.7$$

Sugeno equation for 4 criteria is

$$\lambda + 1 = \prod_{i=1}^4 (\lambda g_i + 1)$$

We have:

$$\lambda + 1 = (0.7\lambda + 1)(0.5\lambda + 1)(0.5\lambda + 1)(0.7\lambda + 1)$$

After simplification, we obtain an algebraic equation

$$0.122\lambda^4 + 0.84\lambda^3 + 2.14\lambda^2 + 1.4\lambda = 0$$

After solving the equation in Matlab, we get the following roots:

$$\lambda_1 = 0$$

$$\lambda_2 = -2.49 + 1.75i$$

$$\lambda_3 = -2.49 - 1.75i$$

$$\lambda_4 = -0.97$$

We choose the root $\lambda \in (-1, \infty)$, we have $\lambda = -0.97$

The result shows the presence of a generally negative relationship between the criteria, i.e. sub-additivity takes place.

Let's calculate fuzzy measures for all subsets of criteria

$$g_\lambda(\emptyset) = 0.$$

$$g_\lambda(x_1, x_2) = g_\lambda(x_1) + g_\lambda(x_2) + \lambda g_\lambda(x_1)g_\lambda(x_2) = 0.8605$$

$$g_\lambda(x_1, x_3) = g_\lambda(x_1) + g_\lambda(x_3) + \lambda g_\lambda(x_1)g_\lambda(x_3) = 0.8605$$

$$g_\lambda(x_1, x_4) = g_\lambda(x_1) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_1)g_\lambda(x_4) = 0.9247$$

$$g_\lambda(x_2, x_3) = g_\lambda(x_2) + g_\lambda(x_3) + \lambda g_\lambda(x_2)g_\lambda(x_3) = 0.7575$$

$$g_\lambda(x_2, x_4) = g_\lambda(x_2) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_2)g_\lambda(x_4) = 0.8605$$

$$g_\lambda(x_3, x_4) = g_\lambda(x_3) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_3)g_\lambda(x_4) = 0.8605$$

$$g_\lambda(x_1, x_2, x_3) = g_\lambda(x_1, x_2) + g_\lambda(x_3) + \lambda g_\lambda(x_1, x_2)g_\lambda(x_3) = 0.9432$$

$$g_\lambda(x_1, x_2, x_4) = g_\lambda(x_1, x_2) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_1, x_2)g_\lambda(x_4) = 0.9762$$

$$g_\lambda(x_1, x_3, x_4) = g_\lambda(x_1, x_3) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_1, x_3)g_\lambda(x_4) = 0.9762$$

$$g_\lambda(x_2, x_3, x_4) = g_\lambda(x_2, x_3) + g_\lambda(x_4) + \lambda g_\lambda(x_2, x_3)g_\lambda(x_4) = 0.9432$$

$$g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4) = 1$$

The results of calculation showed fuzzy measure of paired relationships among the greatest strength has relationship between x_1 and x_4 and the weakest among x_2 and x_3 the sets consisting of 3 criteria are the most interference criteria x_1, x_3, x_4 and the smallest x_2, x_3, x_4

Calculate values of Sugeno integral for all alternatives:

$$C_1 = \int f dg = \max(\min(x_3, g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4)), \min(x_2, g_\lambda(x_1, x_2, x_4)), \min(x_1, g_\lambda(x_1, x_4)), \min(x_4, g_\lambda(x_4))) = 0,7$$

$$C_2 = \int f dg = \max(\min(x_1, g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4)), \min(x_2, g_\lambda(x_2, x_3, x_4)), \min(x_4, g_\lambda(x_3, x_4)), \min(x_3, g_\lambda(x_3))) = 0,6$$

$$C_3 = \int f dg = \max(\min(x_4, g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4)), \min(x_2, g_\lambda(x_1, x_2, x_3)), \min(x_1, g_\lambda(x_1, x_3)), \min(x_3, g_\lambda(x_3))) = 0,4$$

$$C_4 = \int f dg = \max(\min(x_1, g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4)), \min(x_2, g_\lambda(x_2, x_3, x_4)), \min(x_4, g_\lambda(x_3, x_4)), \min(x_3, g_\lambda(x_3))) = 0,7$$

$$C_5 = \int f dg = \max(\min(x_1, g_\lambda(x_1, x_2, x_3, x_4)), \min(x_2, g_\lambda(x_2, x_3, x_4)), \min(x_4, g_\lambda(x_3, x_4)), \min(x_3, g_\lambda(x_3))) = 0,6$$

We have:

$$C_1=0,7 \ C_2=0,6 \ C_3=0,4 \ C_4=0,7 \ C_5=0,6$$

Thus are best alternatives A_1 and A_4

4. Conclusions.

The article is devoted to the problem of modeling the software selection process. The main attention is paid to the problem of mutual influence of selection criteria. To solve this problem, was proposed an approach based on the use of Sugeno fuzzy measure and Sugeno integral. The problem of software selection with the 4 criteria was solved.

REFERENCES

1. Azadeh A. A robust decision-making methodology for evaluation and selection of simulation software package / A. Azadeh, SN Shirkouhi, K. Rezaie // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. - 2010. - Vol. 47. - P. 381–393.
2. Karaarslan N. An application for modular capability-based ERP software selection using AHP method / N. Karaarslan, E. Gundogar // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. –2009. - Vol. 42. - P. 1025-1033.
3. Smirlis YG Data envelopment analysis models to support the selection of vehicle routing software for city logistics operations / YG Smirlis, V. Zeimpekis, G. Kaimakamis // *Operational Research*. 2012. –Vol. 12. - P. 399-420.
4. Gustave Choquet "Theory of Capacities". *Annales de l'Institut Fourier.*, 1953, 5: 131-295
5. Sugeno M. Theory of fuzzy integrals and its applications: Ph.D. Thesis. - Tokyo. - 1974. 237 p.
6. T Murofushi, M Sugeno, An interpretation of fuzzy measures and the Choquet integral as an integral with respect to a fuzzy measure *Fuzzy Sets and Systems*, 29 (1989), pp. 201-227
7. Tan C. Intuitionistic fuzzy Choquet integral operator for multi-criteria decision making / C. Tan, X. Chen // *Expert Systems with Applications*. - 2010. - Vol. 37. - P. 149-157.
8. Meyer P. On the use of the Choquet integral with fuzzy numbers in multiple criteria decision support / P. Meyer, M. Roubens // *Fuzzy Sets and Systems*. - 2006. - Vol. 157. - P. 927-938.
9. A Hybrid Algorithm to Extract Fuzzy Measures for Software Quality Assessment / X. Wang, M. Ceberio, S. Virani et al. // *Journal of Uncertain Systems*. - 2013. - Vol. 7, No. 3. - P. 219-237.
10. Pasrija V. Assessment of Software Quality: Choquet Integral Approach / V. Pasrija, S. Kumar, PR Srivastava // *Procedia Technology*. - 2012. - Vol. 6. - P. 153-162.
11. Yang H. Measuring Software Product Quality with ISO Standards Base on Fuzzy Logic Technique
12. M. Grabisch. The application of fuzzy integrals in multicriteria decision making. *European J. of Operational Research* 89: 445-456, 1996.
13. M. Grabisch, T. Murofushi, and M. Sugeno. Fuzzy Measures and Integrals. Theory and Applications (edited volume). *Studies in Fuzziness*. Physica Verlag, 2000.
14. M. Grabisch and Ch. Labreuche. The Choquet integral for 2-additive bicapacities. In 3d Int. Conf. of the European Soc. for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2003), pages 300-303, Zittau, Germany, September 2003.

ОЦІНКА РИЗИКУ УТВОРЕННЯ ЧАДНОГО ГАЗУ ПРИ РУЧНОМУ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Березуцький В. В., проф., д.т.н., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідуючий кафедрою "Безпека праці та навколишнього середовища", Харків, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7318-1039>

Хондак І. І., Харківський національний університет радіоелектроніки, старший викладач кафедри «Охорона праці», Харків, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6644-9968>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7204

ARTICLE INFO

Received: 13 July 2020

Accepted: 19 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

carbon monoxide, protection, risk, reliability, probability, failure tree, pollution, welding, methods, alarm system.

ABSTRACT

The risk analysis is performed of carbon monoxide formation during manual arc welding of metal products using electrodes. The system of protection is considered of the person against carbon monoxide in the room of manufacturing which consists of means of collective and individual protection. The reasons are analysed for failures of the workplace safety system. A failure tree was constructed of the welder's protection system against carbon monoxide using a protective mask, which is not equipped with a gas detector, and when working in a mask which is equipped with a gas detector. The mathematical models of welding processes are obtained as a result of research and analysis of the results. Mathematical expressions are given for calculating the reliability of the protection system. The risk assessment take the place for carbon monoxide poisoning during welding works with the system of ensuring the safety of the employee, i.e. the notification system for the presence of carbon monoxide in the work area (individual alarm) and without it.

Citation: Viachelav Berezutskyi, Inna Hondak. (2020) Risk Assessment of Carbonate Gas Formation in Manual Arc Welding. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7204

Copyright: © 2020 Viachelav Berezutskyi, Inna Hondak. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Технологічні процеси зварювання широко поширені в промисловості, будівництві та інших галузях народного господарства. До шкідливих виробничих факторів зварювального виробництва відноситься чадний газ, здатний викликати отруєння людей.

Методи і засоби захисту людини, які існують, як правило дозволяють нормалізувати повітряне середовище виробничих приміщень, щоб дотримувались гранично допустимі концентрації робочої зони.

Вимоги по надійності технічних засобів захисту носять як правило локальний характер, і поширюються на окремі технічні засоби: вентиляційні системи, пристрої сигналізації, індикації або засоби індивідуального захисту (протигази). На сьогоднішній день відсутня методика мінімізації ризику, що враховує наявні засоби захисту комплексно. В результаті цього утруднене формулювання об'єктивних вимог щодо допустимого ризику отруєння чадним газом як на законодавчому, так і на нормативному рівнях. Це в свою чергу обмежує ефективність засобів захисту, які використовуються комплексно. Тому управління ризиком отруєння людини чадним газом в зварювальному виробництві залишається важливим і актуальним завданням.

Аналіз систем оцінки ризику отруєння чадним газом зварювальників

На сьогоднішній день розроблено ряд методів оцінки ризику, що дозволяють визначати їх кількісні і якісні характеристики з метою вжиття превентивних заходів безпеки.

Аналіз ризику проводиться у такій послідовності:

1) визначення внутрішніх та зовнішніх чинників, що збільшують чи зменшують ступінь певного виду ризику;

2) аналіз виявлених чинників;

3) оцінювання певного виду ризику;

4) встановлення допустимого ступеня ризику;

5) аналіз окремих операцій щодо обраного ступеня ризику;

6) розробка заходів щодо зниження ступеня ризику.

На ризик формування та виникнення професійних захворювань зварників впливають такі чинники: вік, стаж загальний та стаж роботи у контакті з пилом, а також середнє пилове навантаження [1].

Для побудови графіка залежності ризику формування та виникнення захворювання пилової етіології від множини чинників, що впливають, були використані медичні статистичні дані, приведені в табл. 1 (дані щодо ризику професійної захворюваності взяті з аналізу цього явища за останні 10 років, виконаного Інститутом медицини праці АМН України) [2].

Таблиця 1. Статистичні дані, які характеризують ризик професійної захворюваності зварників [2].

Вік працівника, роки	Загальний стаж роботи працівника, роки	Стаж роботи у контакті з пилом, роки	Середнє пилове навантаження на організм працівника, мг	Ризик професійного захворювання, %
32	10	4	12	15
32	10	8	15	21
40	20	10	20	27
45	23	15	18	29
50	27	20	22	37
55	33	27	18	41

На основі таблиці 1 побудований графік залежності ризику формування та виникнення захворювання пилової етіології від множини чинників, що впливають (рис.1).

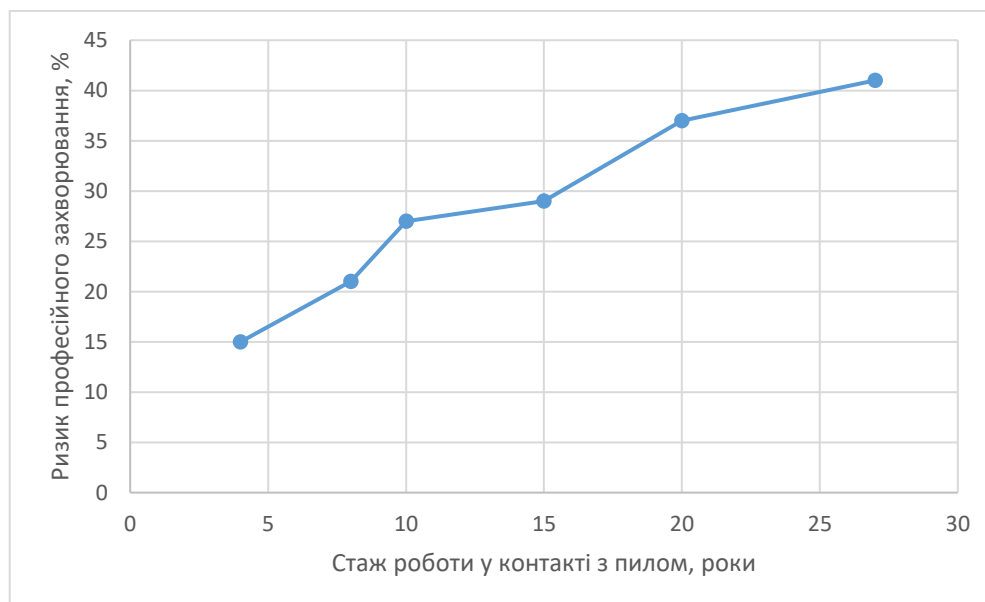


Рис.1. Залежність ризику формування та виникнення професійного захворювання у зварювальників від стажу роботи у контакті з пилом.

Аналізуючи ситуацію в Україні з базою даних і доступними методиками розрахунків ризиків, слід відзначити їх практично повну відсутність і орієнтацію на особливо небезпечні об'єкти [3].

На сьогоднішній день основні методи оцінки ризику [4]: мозковий штурм, метод Дельфі, метод аналізу видів і наслідків відмов (FMEA – Failure Mode Effect Analysis), методу Маркова, метод аналізу дерева несправностей (FTA – Fault Tree Analysis), аналіз дерева подій, метод Файн–Кінні та інші. У деяких випадках використовують кілька методів оцінки ризику. Оцінка ризику може бути виконана з різним ступенем глибини і деталізації з використанням одного або декількох методів різного рівня складності. Форма оцінки та її вихідні дані повинні бути сумісні з критеріями ризику, встановленими при визначенні сфери застосування.

В роботі [5] наводиться метод аналізу ризику і надійності вітряних турбін і електростанцій на основі стандартного методу FMEA (failure mode effect analysis). Інформація про збої в системі обмежена знаннями і кваліфікацією експертів. Ця умова не гарантує точну оцінку факторів ризику та визначення їх пріоритетів. Дана робота не враховує специфіку систем захисту людини від чадного газу в зварювальному виробництві. В результаті цього використання даного методу ускладнено для кількісної оцінки ризиків та підвищення надійності зазначених систем. Близька задача вирішена в роботі [6]. Управління ризиками при лікуванні пацієнтів в медичному закладі здійснюється на основі методу FMEA. Ідентифікуються різні ризики, пов'язані з утилізацією медичних відходів і з травмуванням людини. Рекомендується комплекс заходів щодо зниження виявлених ризиків. Однак використовуваний метод здійснює якісну оцінку ризиків, що має низьку точність і низьку ефективність управління. Кількісна оцінка ризику системи, що складається з декількох модулів, наводиться в роботах [7; 8] на основі методу Маркова. Основний недолік полягає в необхідності інформації про ймовірність переходу системи з одного стану в інше (працездатне, погіршене, непрацездатне). У реальних виробничих умовах часто спостерігається дефіцит такої інформації, через що ускладнено застосування даного методу і обмежена точність розрахунку ризику. Більш висока точність досягається в роботі [9]. Оцінюється ризик при роботі технологічних систем гірничодобувної промисловості на основі стандартного методу FTA (fault tree analysis). Аналізуються збої в роботі дробильно-змішувального цеху на ділянках дроблення, змішування і конвеєрних систем. Управління надійністю, обслуговуванням і безпекою підвищує продуктивність процесу видобутку в цілому. Аналогічний підхід здійснено в роботі [10], де виконується аналіз дерева відмов з метою визначення критичних чинників, людських помилок і оптимізації характеристик процесу. Дані роботи також не враховують специфіку систем захисту людини від чадного газу. Тим більше, вони не містять конкретних відомостей про підвищення надійності цих систем. Більш досконалий підхід здійснено в роботах [11; 12], в яких використовується комбінація методів FMEA і FTA. Результати одного методу є вихідними даними для іншого. Дані методи також не дають конкретних рішень щодо підвищення надійності систем захисту від аномального повітряного середовища. Наближене рішення даного завдання наводиться в роботі [13], де оцінюється вплив окремого елемента на вихідний параметр системи в цілому.

Аналіз існуючих аналогів дозволив сформулювати проблему. Вона полягає в тому, що в даний час відсутній аналітичний підхід, який би враховував специфіку систем захисту людини від чадного газу в зварювальному виробництві.

Основна частина.

Мета роботи: підвищення безпеки системи захисту людини від чадного газу.

У виробничому приміщенні розташовано n робочих місць, які мають однакове зварювальне обладнання. Розглядається ситуація, коли одночасно задіяні всі робочі місця. Зварювальне обладнання на робочих місцях працює в однаковому та незмінному режимі.

Система захисту людей від чадного газу включає загальнообмінну припливну вентиляцію 1, загальнообмінну витяжну вентиляцію 2 та місцеву витяжну вентиляцію 3 на кожному робочому місці, див. рис. 2. Плановий термін експлуатації системи захисту складає $4,8 \cdot 10^3$ год. (1 рік за умови двозмінної роботи).

Ймовірність відмови системи захисту від чадного газу залежить від показників надійності окремих елементів, див. табл. 2. Значення інтенсивностей відмов елементів системи обрані з [14-17].

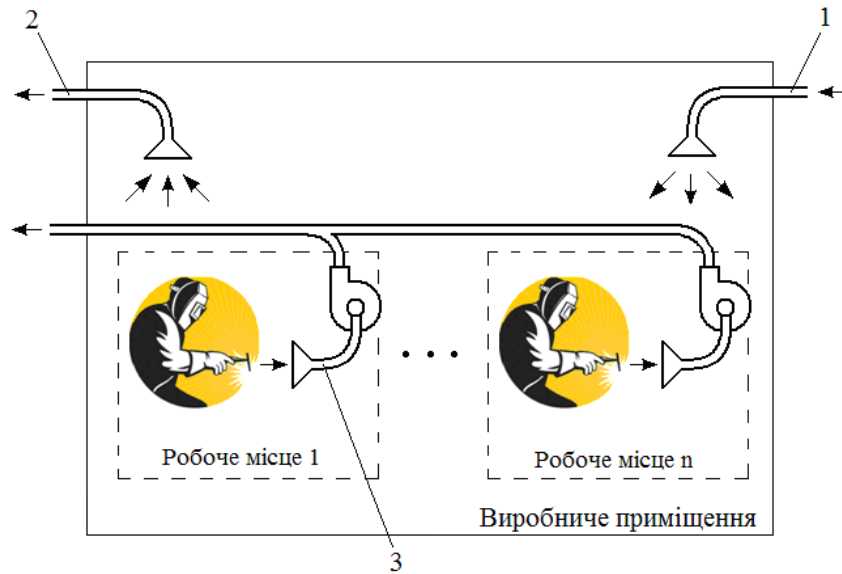


Рис. 2. Функціональна схема системи захисту працівників зварювальної ділянки від чадного газу (шоломи без сигналізатора газу).

Таблиця 2. Показники надійності елементів системи захисту

Подія x	Інтенсивність подій (1/год.)	Кількість робочих місць (n)
Відмови загально обмінної припливної вентиляції	$4,2 \cdot 10^{-6}$	5
Відмови загально обмінної витяжної вентиляції	$2,8 \cdot 10^{-6}$	
Відмови місцевої витяжної вентиляції на окремому робочому місці	$2,2 \cdot 10^{-6}$	

На рис.3 побудовано дерево відмов системи захисту людини від чадного газу, враховуючи наявність захисної маски зварювальника без сигналізатора газу.

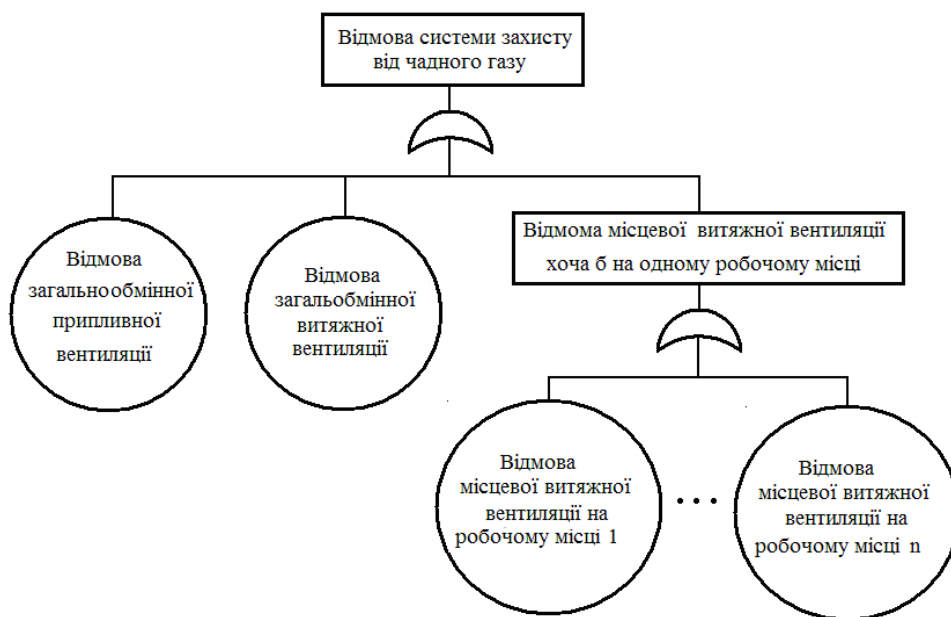


Рис.3. Дерево відмов системи захисту людини від чадного газу (шоломи без сигналізатора газу)

Ймовірність відмови системи захисту розраховується на підставі дерева відмов (рис. 2) за формулою (1):

$$P = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3), \quad (1)$$

де P_1 - ймовірність відмови загальнообмінної припливної вентиляції; P_2 - ймовірність відмови загальнообмінної витяжної вентиляції; P_3 - ймовірність відмови місцевої витяжної вентиляції хоча б на одному робочому місці.

Величина P_3 розраховується за формулою:

$$P_3 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_4), \quad (2)$$

де P_4 - ймовірність відмови місцевої витяжної вентиляції на окремому робочому місці (1 - n).

Ймовірності P_1 , P_2 і P_4 розраховуються за допомогою формули (3):

$$P_x(t) = 1 - e^{-t \cdot \lambda_x}, \quad (3)$$

де x - умовне позначення подій; t - тривалість експлуатації елементу, λ_x - інтенсивність подій x (дана величина залишається постійною під час експлуатації).

Підставляючи певні чисельні значення у формули (3) та (1), відповідно, отримаємо: $P_1 = 0,0199$; $P_2 = 0,0180$; $P_4 = 0,0152$; $P_3 = 0,0739$. Ймовірність відмови системи захисту (див. рис. 1) дорівнює

$$P = 1 - (1 - 0,0199)(1 - 0,0180)(1 - 0,0739) = 0,1086 \approx 1,09 \cdot 10^{-1}$$

Основним показником у зварювальних технологіях є те, що всі показники ризиків мають не перевищувати ризик рівня 10^{-6} [18, 19].

Ризик отруєння чадним газом значно перевищує допустиму величину (10^{-6}) [18, 19].

Необхідна розробка заходів та засобів захисту від чадного газу.

Для удосконалення методики та стандартного засобу оцінки чадного газу на робочих місцях система захисту доповнена сигналізаторами чадного газу, які вмонтовані в шоломи, рис. 4.

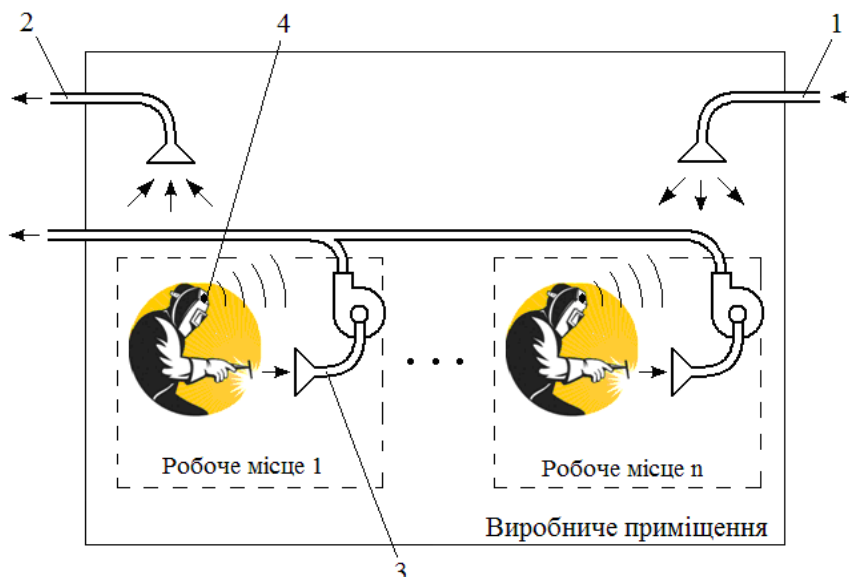


Рис. 4. Функціональна схема захисту працівників зварювальної ділянки від чадного газу (шоломи з сигналізатором газу): 1 – загальнообмінна припливна вентиляція; 2 – загальнообмінна витяжна вентиляція; 3 – місцева витяжна вентиляція на робочому місці; 4 – сигналізатор чадного газу

Інтенсивність відмов сигналізатора складає $1,8 \cdot 10^{-6}$ згідно паспортних даних на сигналізатор чадного газу. Дерево відмов системи показано на рис. 5.

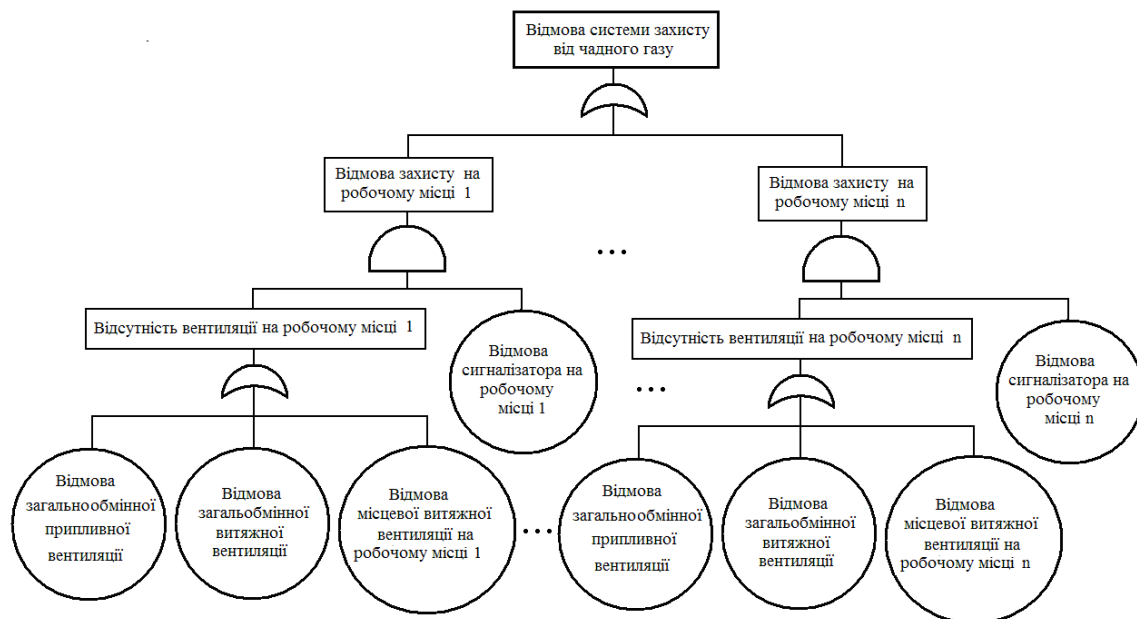


Рис. 5. Дерево відмов системи захисту людини від чадного газу (шоломи з сигналізатором газу)

Ймовірність відмови доповненої системи захисту розраховується за формулою (4):

$$P_5 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_6) \quad (4)$$

де P_6 - ймовірність відмови захисту на окремому робочому місці,

$$P_6 = P_7 \cdot P_8, \quad (5)$$

де P_7 - ймовірність відмови вентиляції на окремому робочому місці, P_8 - ймовірність відмови сигналізатора (розраховується за допомогою формули (3)),

$$P_7 = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot (1 - P_4). \quad (6)$$

Підставляючи певні чисельні значення в формули (3, 6, 5, 4), відповідно, отримаємо: $P_8 = 0,0009$; $P_7 = 0,0523$; $P_6 = 0,0005$.

Ймовірність відмови доповненої системи захисту дорівнює

$$P_5 = 1 - (1 - 0,0005)^5 = 0,0022 \approx 2 \cdot 10^{-3}$$

Обговорення результатів оцінки ризику. Виконаний аналіз методів оцінки ризиків, показав достатньо широку групу методів та підходів, щодо оцінки ризиків. Автори врахували те, що за багато років до появи теорії ризиків, інженери використовували теорію надійності систем, а тому запропонували зробити оцінку ризику із використанням методу оцінки надійності систем та обладнання. Виконанні розрахунки показали, що для оцінки ризиків можна використовувати класичні прийоми теорії надійності систем, а саме надійність систем і їх елементів виходячи із ймовірності виходу їх з ладу за певний час роботи. Отримані результати дозволяють продовжити дослідження з визначення ризиків із використанням теорії надійності систем та їх елементів. Цікавим аспектом у цьому напрямі є розрахунок надійності людини як елемента системи "Людина-машина" та визначення ризику невиконання дій людиною в умовах наявності небезпек, таких як чадний газ та інших.

Висновки. Виконані дослідження та оцінка ризиків отруєння чадним газом, довели можливість використання методів теорії надійності для оцінки небезпек на робочих місцях.

Ризик отруєння чадним газом при застосуванні захисної маски зварювальника, яку обладнано сигналізатором чадного газу значно знизився, однак це ще не відповідає припустимому рівню безпеки на робочому місці.

Дослідження необхідно продовжити зважуючи на те, що застосовані індивідуальні засоби захисту у вигляді вбудованого сигналізатора чадного газу у шоломі зварювальника, ще не гарантують необхідного рівня безпеки працівника. Слід розглянути питання застосування додаткових заходів та засобів захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Levchenko, O.G. Svarochnyie aerezoli i gazyi: protsessyi obrazovaniya, metodyi neytralizatsii i sredstva zaschityi [Welding aerosols and gases: education processes, neutralization methods and protective equipment], (2015), Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
2. Прогнозування професійної захворюваності зварників залежно від умов праці О. С. Кружилко, Я. Б. Сторож, В. С. Гуць// Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 6/2017 (107). Частина 1, с.129-135.
3. Методи і засоби оцінки ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», спеціалізації «Інформаційні технології моніторингу довкілля» / Н. В. Караєва, І. В. Варава; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,38 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 56 с.
4. Березуцький В.В., Адаменко М.І. Б 48 Небезпечні виробничі ризики та надійність: навчальний посібник для студентів за напрямком підготовки 6.170202 «Цивільна безпека»/ В.В. Березуцький, М.І. Адаменко – Харків.: ФОП Панов А. М., 2016. – 385 с.
5. Dinmohammadi F., Shafiee M. A fuzzy-FMEA risk assessment approach for offshore wind turbines // Health Manag. Int. J. Progn., 2013. №4. p.59–68.
6. Ho CC1, Liao CJ. The use of failure mode and effects analysis to construct an effective disposal and prevention mechanism for infectious hospital waste // Waste Manag. 2011.31(12).
7. Baoping Cai, Yonghong Liu. Reliability analysis of subsea blowout preventer control systems subjected to multiple error shocks // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2012. № 25(6). P.1044–1054.
8. Zengkai Liu, Yonghong Liu, Baoping Cai. Reliability Analysis of the Electrical Control System of Subsea Blowout Preventers Using Markov Models // Plos one. 2014. 9(11).
9. Ali Nouri.Gharahasanlou, Ashkan Mokhtarei, Aliasqar Khodayarei, Mohammad Ataei. Fault tree analysis of failure cause of crushing plant and mixing bed hall at Khoey cement factory in Iran // Case Studies in Engineering Failure Analysis. 2014. P.33-38.
10. Roland-Iosif Moraru, Gabriel-Bujor Băbuț. The use of fault tree in industrial risk analysis: a case study // Recent advances in industrial and manufacturing technologies : 1st wseas international conference on industrial and manufacturing technologies). 2013. P.70-75.
11. N A Wessiani, F Yoshio. Failure mode effect analysis and fault tree analysis as a combined methodology in risk management // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 337. 2018. P.1-11.
12. Liu, C.-T.; Hwang, S.-L.; Lin, I.-K. Safety analysis of combined FMEA and FTA with computer software assistance—take Photovoltaic plant for example. IFAC Proc. Vol. 2013, 46, 2151–2155.
13. Zhai Guofu, Zhou Yuege, Ye Xuerong, Hu Bo. A method of multi-objective reliability tolerance design for electronic circuits // Chinese Journal of Aeronautics 2011. P. 161-170.
14. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. - Москва.: Госстандарт СССР, 1992. - 68 с.
15. РД 26-01-143-83. Надежность изделий химического машиностроения. Оценка надежности и эффективности при проектировании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skonline.ru/doc/7966.html>
16. Сборник задач по теории надёжности / А.М. Половко [и др.]; под ред. А.М. Половко. – Москва.: Сов. радио, 1972. – 408 с.
17. Металлорежущие станки: учебник / В.Д. Ефремов [и др.]; под ред. П.И. Ящерицына. – 5-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 696 с.
18. Розпорядження Кабміну України від 22 січня 2014 р. № 37-р. Київ. Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-%D1%80#Text>
19. Retrieved from https://studme.org/12810419/bzhd/priemlemyu_risk_kak_uroven_bezopasnosti_proizvodstva

ФАКТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАРТІОННИХ ВАНТАЖІВ

*Ширяєва Світлана Володимирівна, к.т.н., професор кафедри транспортних технологій,
Національний транспортний університет, Україна, м. Київ,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9696-635X>*

*Свірін Дмитро Олександрович, Національний транспортний університет, Україна, м. Київ,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5860-4446>*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7205

ARTICLE INFO

Received: 21 July 2020

Accepted: 25 August 2020

Published: 30 September 2020

KEYWORDS

prime cost, international road transportation, party cargoes, factor research, regression analysis.

ABSTRACT

One of the important tasks to be solved by carriers and freight forwarders in the organization of international road transportation of party cargoes is the choice of effective methods of cargo transportation. For this purpose it is expedient to estimate each method on criteria of efficiency of the international road transportations of party cargoes (time, financial, etc.). A very important financial criterion is the prime cost of 1 km of the vehicle mileage during the international road transportation of party cargoes. The influence of factors on it, such as: mileage of vehicles, operating costs for international road transportation of party goods, the volume of the consignment of goods transported. Factor analysis was performed by different methods: multiple regression, nonlinear multiple regression and neural networks. According to the results of research, we can conclude that the smallest balances in the prediction of neural networks, because they are self-improving and give a more accurate result.

Citation: Shyriaieva S. V., Svirin D. O. (2020) Factor Research of Prime Cost of International Road Transportation of Party Cargo. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7205

Copyright: © 2020 Shyriaieva S. V., Svirin D. O. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблеми. Актуальність проблеми обумовлена тим, що однією із важливих задач, яку вирішують перевізники і експедитори при організації міжнародних автомобільних перевезень партійних вантажів (МАППВ) є вибір ефективних методів організації перевезень вантажів. Для цього доцільно оцінити кожен метод за критеріями ефективності МАППВ (часовими, фінансовими тощо). Дуже важливим фінансовим критерієм є собівартість 1 км пробігу автотранспортного засобу (АТЗ) при МАППВ. Отже, дослідження собівартості МАППВ і виявлення впливу факторів на неї, таких як: пробіг АТЗ, експлуатаційні витрати на МАППВ, обсяг партії вантажів, що перевозяться є дуже актуальною задачею. Факторне дослідження собівартості 1 км пробігу АТЗ при МАППВ виконане різними методами аналізу: множинної регресії, нелінійної множинної регресії та за нейронними мережами дозволить визначити оптимальну модель для МАППВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання дослідження собівартості МАППВ завжди мало вагоме значення і знаходилося в центрі уваги як вітчизняних, так і закордонних науковців. Кожен з авторів пропонує свої наукові розробки щодо вибору критеріїв ефективності МАППВ. Багато науковців: Пономарьова Н.В., Івасішина Н.В., Нагорний С.В., Шраменко Н.Ю., Шевченко І.В. та інші пропонують використання в якості фінансових критеріїв ефективності МАППВ: витрати, приведені витрати, прибуток, собівартість перевезень.

В роботі [1] визначено якісний і кількісний взаємозв'язок між параметрами технологічного процесу перевезень та імовірністю вибору виду сполучення при виконанні зовнішньоекономічної діяльності, крім того розроблено прогностичні моделі вантажопотоків у міжнародному сполученні. Згідно з [1], загальні витрати замовника, обумовлені необхідністю транспортування вантажу в міжнародному сполученні є критерієм ефективності схем доставки вантажу різними видами наземного транспорту у міжнародному сполученні.

В роботі [2] обґрунтовано і систематизовано комплекс чинників, які впливають на ефективність міжнародних перевезень автомобільним транспортом; розроблено концептуальну модель маркетингу надання транспортної послуги; запропоновано методику розрахунку цінової політики. При вирішенні проблеми підвищення ефективності міжнародних перевезень не враховані інтереси учасників логістичної системи «вантажовідправник – транспорт – споживач». Крім цього, при визначенні економічного стану системи не враховано імовірнісний характер доставки вантажу у міжнародному сполученні.

В роботі [3] висвітлені проблеми формування собівартості міжнародних перевезень, досліджено різні розрахункові методи формування собівартості міжнародних перевезень, запропоновані основні напрями зниження собівартості перевезень і вплив собівартості на тарифи на вантажні перевезення.

В роботі [4] визначено, що собівартість перевезення є критерієм ефективності раціонального функціонування логістичного ланцюга доставки вантажів автомобільним транспортом, у міжнародному сполученні не можна не враховувати, що ці витрати пов'язані зі строком доставки вантажу. При зміні строку доставки сумарні витрати можуть збільшуватися і навпаки. Тому доцільно встановити узагальнюючим параметром строк виконання доставки вантажу. Цільова функція передбачає оптимізацію параметрів: відстань перевезення і обсяг партії. Для перевізника насамперед має значення собівартість доставки. Одним з найбільш важливих критеріїв з погляду споживача транспортних послуг виступають сумарні витрати на доставку продукції від складу постачальника до складу споживача, які припадають на одиницю продукції [4].

Мета дослідження – дослідити вплив пробігу АТЗ при МАППВ, експлуатаційних витрат на МАППВ, обсягу партії вантажів, що перевозяться на собівартість 1 км пробігу АТЗ при МАППВ.

Виклад основного матеріалу дослідження. Собівартість перевезень – один з найважливіших економічних показників, який відображає в грошовому вимірі ефективність витрат усіх видів ресурсів на перевізньо-експлуатаційну роботу.

При МАППВ дуже важливим критерієм є собівартість 1 км пробігу АТЗ, яка визначається за формулою:

$$S_{\text{км}} = \frac{C_e}{L}, \text{ грн/км} \quad (1)$$

де C_e – експлуатаційні витрати на МАППВ, грн;
 L – відстань МАППВ, км.

Важливими факторами, що впливають на собівартість 1 км пробігу АТЗ при МАППВ ($S_{\text{км}}$) є: експлуатаційні витрати на МАППВ (C_e), до яких входять витрати на паливе, витрати на міжнародні перевезення, страховки тощо; відстань МАППВ (L); обсяг партії вантажів, що перевозяться (g_p).

Для факторного дослідження $S_{\text{км}}$ використовуємо методику кореляційно-регресійного аналізу. Цей аналіз виконується на прикладі статистичних даних, що характеризують вантажні перевезення за напрямом Україна – Німеччина.

Об'єм вибірки для $S_{\text{км}}$ розраховуємо за такою формулою:

$$n = t^2 \sigma^2 / \varepsilon^2, \quad (2)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення спостережень сукупності;
 t – показник достовірності для заданої довірчої ймовірності β_0 ;
 ε – припустима похибка вибіркової середньої.

Середньоквадратичне відхилення визначаємо за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_n - \bar{x})^2}{n}}, \quad (3)$$

де x_n – чисельне значення n-го виміру;

\bar{x} – середнє арифметичне з усіх вимірів;
 n – кількість вимірів.

Прийmemo такі значення: довірчої ймовірності $\beta_0 = 0,95$, точність $\varepsilon = 0,5$ грн/км при $t = 1,96$. Розраховані показники для п'ятнадцяти статистичних значень собівартості 1 км пробігу АТЗ для напрямку Україна – Німеччина (2018 р.) становлять: $\bar{x} = 27,70$ грн/км, $\sigma = 2,036$ грн/км, $\sigma^2 = 4,15$ (грн/км)², $n = 63$. Отже, для подальшого кореляційно-регресійного аналізу $S_{км}$ відбираемо статистичні значення показників, що будуть досліджуватись із 63 рейсів напрямку Україна – Німеччина.

За допомогою програми STATISTICA 10 [5], виконаемо аналіз множинної регресії.

Виберемо $S_{км}$ як залежну змінну, а змінні, що залишилися – в якості предикторів. Оцінку коефіцієнтів проводимо за методом найменших квадратів.

Наведемо умовні позначення, що використовуються в програмі STATISTICA 10:

Множест. R – коефіцієнт множинної кореляції;

R^2 – квадрат коефіцієнта множинної кореляції, частіше називається коефіцієнтом детермінації;

Скорр. R^2 – скоригований коефіцієнт детермінації, який визначається за формулою:

$$\text{Скорр. } R^2 = 1 - \frac{n}{n-p} (1 - R^2) \quad (4)$$

де n – число спостережень в моделі;

p – число параметрів моделі (число незалежних змінних плюс 1 тому, що в модель включений вільний член).

Стандартная ошибка оценки – статистика, яка є мірою розсіювання значень спостережень щодо регресійної прямої;

Св. член – оцінка вільного члена регресії, значення коефіцієнта V_0 у рівнянні регресії;

Ст. ошибка – стандартна похибка оцінки вільного члена – стандартна похибка коефіцієнта V_0 у рівнянні регресії;

t – значення t -критерію, який використовується для перевірки гіпотези про рівність вільного члена регресії;

F – значення F -критерію Фішера;

$сс$ – число ступенів свободи F -критерію;

p – рівень значимості.

Результати розрахунків множинної регресії $S_{км} = f(C_e, g, L)$ наведено на рис. 1.

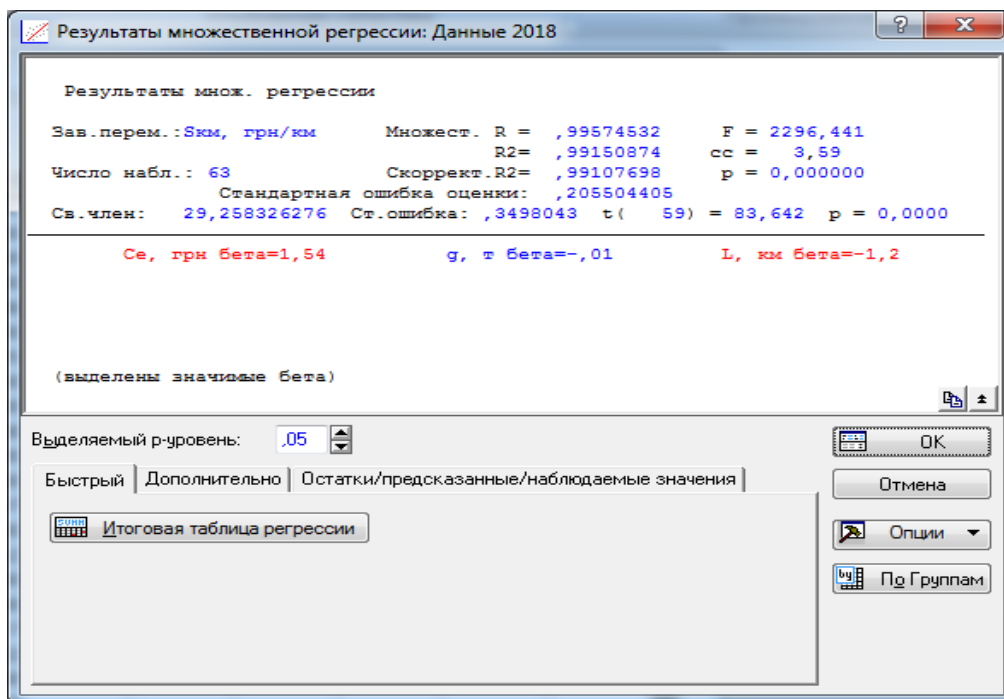


Рис. 1. Результаты множественной регрессии $S_{км} = f(C_e, g, L)$

Представляємо результати у вигляді підсумкової таблиці (табл. 1).

Таблиця 1. Підсумкова таблиця множинної регресії $S_{км} = f(C_e, g, L)$

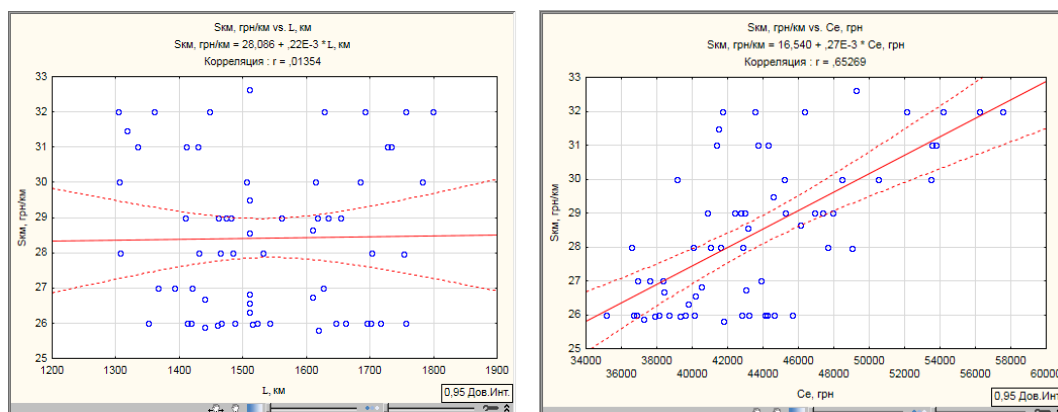
Итоги регрессии для зависимой переменной: $S_{км}$, грн/км (Данные 2018)						
R= ,99574532 R2= ,99150874 Скоррект. R2= ,99107698						
F(3,59)=2296,4 p<0,0000 Станд. ошибка оценки: ,20550						
N=63	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	В	Ст.Ош. В	t(59)	р-знач.
Св.член			29,25833	0,349804	83,6420	0,000000
Сe, грн	1,54306	0,018596	0,00064	0,000008	82,9758	0,000000
g, т	-0,00742	0,012091	-0,00642	0,010461	-0,6134	0,541978
L, км	-1,16450	0,018672	-0,01875	0,000301	-62,3666	0,000000

В таблиці 1 наведені значення коефіцієнтів таким чином:
 у першому стовпчику – БЕТА – стандартизовані коефіцієнти регресійного рівняння;
 у другому стовпчику – стандартні помилки БЕТА;
 в третьому стовпчику – точні оцінки параметрів моделі.
 Отже, результати регресії $S_{км}$ такі: $B_0 = 29,25833$, $B_1 = 0,00064$, $B_2 = -0,00642$, $B_3 = -0,01875$.
 Отримана модель множинної регресії собівартості 1 км пробігу АТЗ при МАППВ:

$$S_{км} = 29,25833 + 0,00064 \cdot C_e - 0,00642 \cdot g - 0,01875 \cdot L \quad (5)$$

Також, в таблиці 1 наведені стандартні помилки для коефіцієнтів В, значення t - критерію і р – рівня значимості. Значимі коефіцієнти висвітлені червоним кольором. Отже, отриману модель досліджуємо далі.

Побудовано діаграми розсіювання по змінних, регресійні коефіцієнти яких виявилися значимі. В якості змінних виберемо спочатку L, а потім C_e . В результаті побудовано дві діаграми (рис. 2).



а) б)

Рис. 2. Діаграми розсіювання:
 а) – для змінних $S_{км}$ та L; б) – для змінних $S_{км}$ та C_e .

Для порівняння виконано аналіз нелінійної множинної регресії. Процедура аналізу схожа з аналізом множинної регресії, але використовуємо нелінійну функцію перетворення \sqrt{x} . Результати наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Результати нелінійної множинної регресії $S_{км}$

Итоги регрессии для зависимой переменной: $S_{км}$, грн/км						
R= ,99877853 R2= ,99755856 Скоррект. R2= ,99747717						
F(2,60)=12258, p<0,0000 Станд. ошибка оценки: ,10927						
N=63	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	В	Ст.Ош. В	t(60)	р-знач.
Св.член			29,12251	0,315963	92,170	0,00
SQRV1	1,53879	0,009828	0,27289	0,001743	156,572	0,00
SQRV3	-1,16459	0,009828	-1,47172	0,012420	-118,498	0,00

За результатами розрахунків, отримано нелінійну множинну регресійну модель $S_{км}$:

$$S_{км} = 29,12251 + 0,27289 \cdot \sqrt{C_e} - 1,47172 \cdot \sqrt{L} \tag{6}$$

Порівняння результатів отриманих різними методами аналізу наведемо у таблиці 3.

Таблиця 3. Результати досліджень $S_{км}$ різними методами аналізу

Показники	Методи аналізу	
	Множинна регресія	Нелінійна множинна регресія функції перетворення \sqrt{x}
Св. член	29,258	29,122
Ст. ошибка	0,349	0,316
R2	0,991	0,997
F-критерій	2296,441	12257,81
сс	3,59	2,6
p	0,000000	0,000000
t	83,6	92,1

Отже, за результатами досліджень $S_{км}$ різними методами аналізу показує, що аналіз нелінійної множинної регресії функції перетворення \sqrt{x} дає більш продуктивні результати.

Продовжимо дослідження $S_{км}$ за нейронними мережами. За допомогою блоку Нейронні мережі розраховані результати відображено в таблиці 4 і на рисунку 3. Значення ваг моделі $S_{км}$ за нейронними мережами наведені в таблиці 5.

Таблиця 4. Підсумки моделі $S_{км}$ за нейронними мережами

Итоги моделей (Данные 2018)											
N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность.	Тест. производительность.	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Алгоритм обучения	Функция ошибки	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходных нейр.
38	MLP 3-10-1	1,000000	1,000000		0,000002	0,000005		BFGS 145	Сум. квадр.	Гиперболическая	Тожественная

Таблиця 5. Значення ваг моделі $S_{км}$ за нейронними мережами

Весы (Данные 2018)			Весы (Данные 2018)			Весы (Данные 2018)		
Весы ID	Соединения 10.MLP 3-10-1	Значения весов 10.MLP 3-10-1	Весы ID	Соединения 10.MLP 3-10-1	Значения весов 10.MLP 3-10-1	Весы ID	Соединения 10.MLP 3-10-1	Значения весов 10.MLP 3-10-1
1	g, t -> скрытый нейрон 1	-0,04524	23	L, км -> скрытый нейрон 8	-0,45679	30	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 10	1,08562
2	L, км -> скрытый нейрон 1	0,04391	24	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 8	0,58881	31	входное смещение -> скрытый нейрон 1	0,10228
3	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 1	-0,73451	25	g, t -> скрытый нейрон 9	0,00724	32	входное смещение -> скрытый нейрон 2	-0,07878
4	g, t -> скрытый нейрон 2	0,04946	26	L, км -> скрытый нейрон 9	-1,07648	33	входное смещение -> скрытый нейрон 3	-0,30513
5	L, км -> скрытый нейрон 2	-0,70905	27	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 9	1,02868	34	входное смещение -> скрытый нейрон 4	-0,30784
6	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 2	0,67577	28	g, t -> скрытый нейрон 10	0,12492	35	входное смещение -> скрытый нейрон 5	0,22291
7	g, t -> скрытый нейрон 3	0,03638	29	L, км -> скрытый нейрон 10	-0,19496	36	входное смещение -> скрытый нейрон 6	0,02838
8	L, км -> скрытый нейрон 3	-0,43991	30	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 10	1,08562	37	входное смещение -> скрытый нейрон 7	-0,08706
9	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 3	-0,22332	31	входное смещение -> скрытый нейрон 1	0,10228	38	входное смещение -> скрытый нейрон 8	0,00625
10	g, t -> скрытый нейрон 4	0,06693	32	входное смещение -> скрытый нейрон 2	-0,07878	39	входное смещение -> скрытый нейрон 9	0,12999
11	L, км -> скрытый нейрон 4	-0,76698	33	входное смещение -> скрытый нейрон 3	-0,30513	40	входное смещение -> скрытый нейрон 10	-0,03064
12	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 4	0,53487	34	входное смещение -> скрытый нейрон 4	-0,30784	41	скрытый нейрон 1 -> Скм, грн/км	-0,73393
13	g, t -> скрытый нейрон 5	-0,01492	35	входное смещение -> скрытый нейрон 5	0,22291	42	скрытый нейрон 2 -> Скм, грн/км	0,71185
14	L, км -> скрытый нейрон 5	-1,07180	36	входное смещение -> скрытый нейрон 6	0,02838	43	скрытый нейрон 3 -> Скм, грн/км	-2,00183
15	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 5	0,74648	37	входное смещение -> скрытый нейрон 7	-0,08706	44	скрытый нейрон 4 -> Скм, грн/км	0,88286
16	g, t -> скрытый нейрон 6	0,02488	38	входное смещение -> скрытый нейрон 8	0,00625	45	скрытый нейрон 5 -> Скм, грн/км	1,41910
17	L, км -> скрытый нейрон 6	0,44633	39	входное смещение -> скрытый нейрон 9	0,12999	46	скрытый нейрон 6 -> Скм, грн/км	-0,46212
18	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 6	-0,38279	40	входное смещение -> скрытый нейрон 10	-0,03064	47	скрытый нейрон 7 -> Скм, грн/км	0,33056
19	g, t -> скрытый нейрон 7	0,02547	41	скрытый нейрон 1 -> Скм, грн/км	-0,73393	48	скрытый нейрон 8 -> Скм, грн/км	0,66255
20	L, км -> скрытый нейрон 7	-0,11224	42	скрытый нейрон 2 -> Скм, грн/км	0,71185	49	скрытый нейрон 9 -> Скм, грн/км	-1,02179
21	Се, тис. грн. -> скрытый нейрон 7	0,68272	43	скрытый нейрон 3 -> Скм, грн/км	-2,00183	50	скрытый нейрон 10 -> Скм, грн/км	-0,04771
22	g, t -> скрытый нейрон 8	-0,02366	44	скрытый нейрон 4 -> Скм, грн/км	0,88286	51	скрытое смещение -> Скм, грн/км	0,07566

На рисунку 3 представлено графік залежності прогнозованих значень $S_{км}$ від вхідних параметрів L та C_e , розрахованої за нейронними мережами.

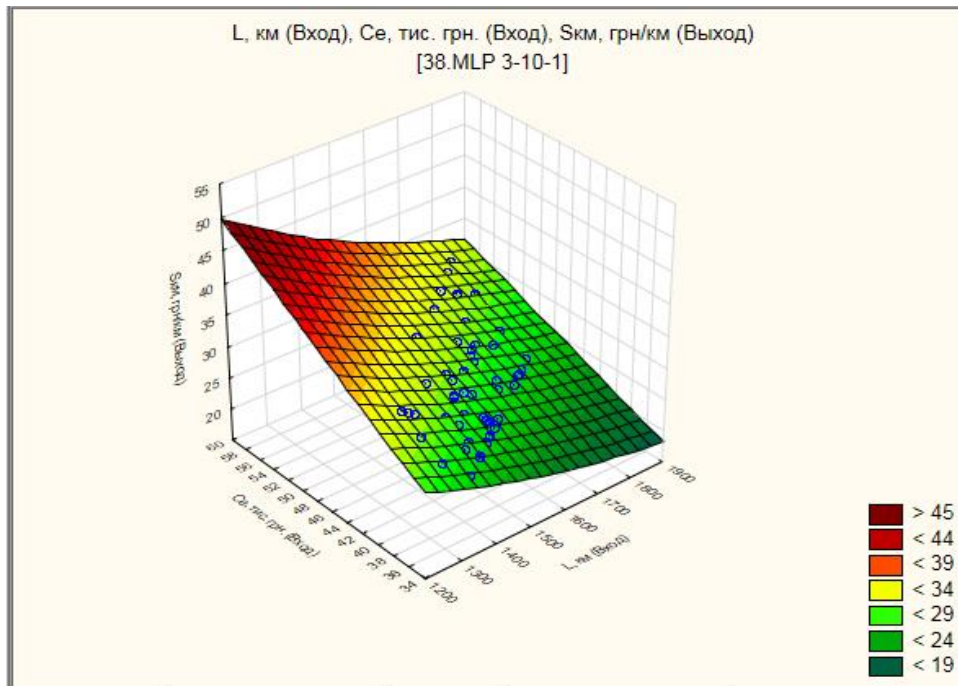


Рис. 3. Графік поверхні моделі $S_{км} = f(L, C_e)$, розрахованої за нейронними мережами

Отримана модель нейромережі $S_{км} = f(L, C_e)$ є неявною. Зв'язок визначається матрицями вагових коефіцієнтів між нейронами.

Виконаємо дослідження передбачених значень і залишків $S_{км} = f(L, C_e)$, розрахованих різними методами аналізу.

Результати розрахунків $S_{км} = f(L, C_e)$ трьома методами аналізу представлені відповідно для: множинної регресії (рис. 4); нелінійної множинної регресії функції перетворення \sqrt{x} (рис. 5); нейронних мереж (рис. 6).

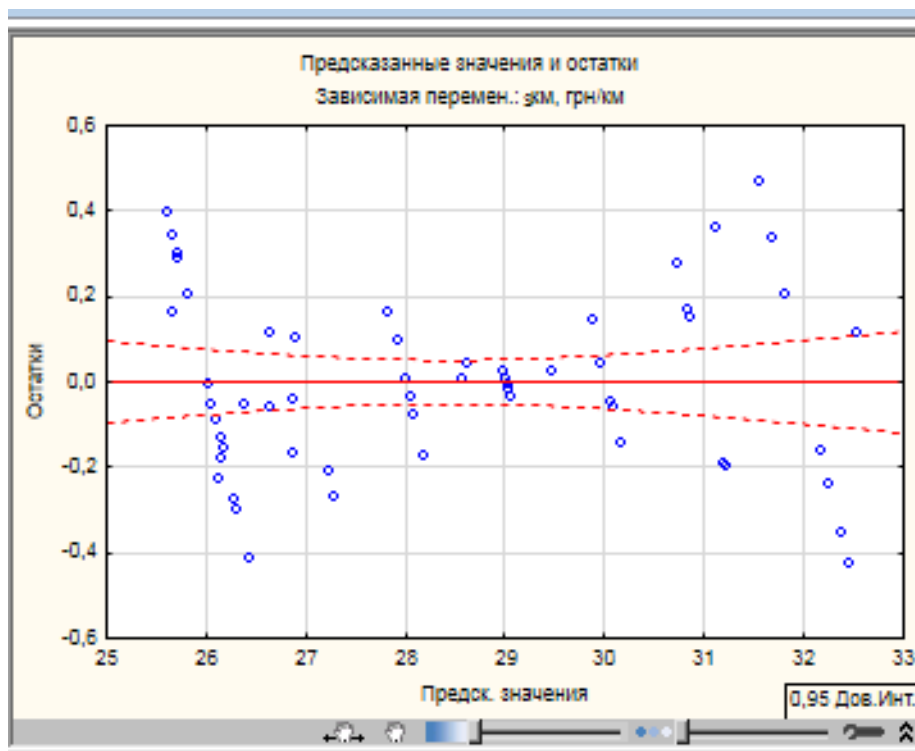


Рис. 4. Діаграма розсіювання залишків і передбачених значень $S_{км}$ для множинної регресії

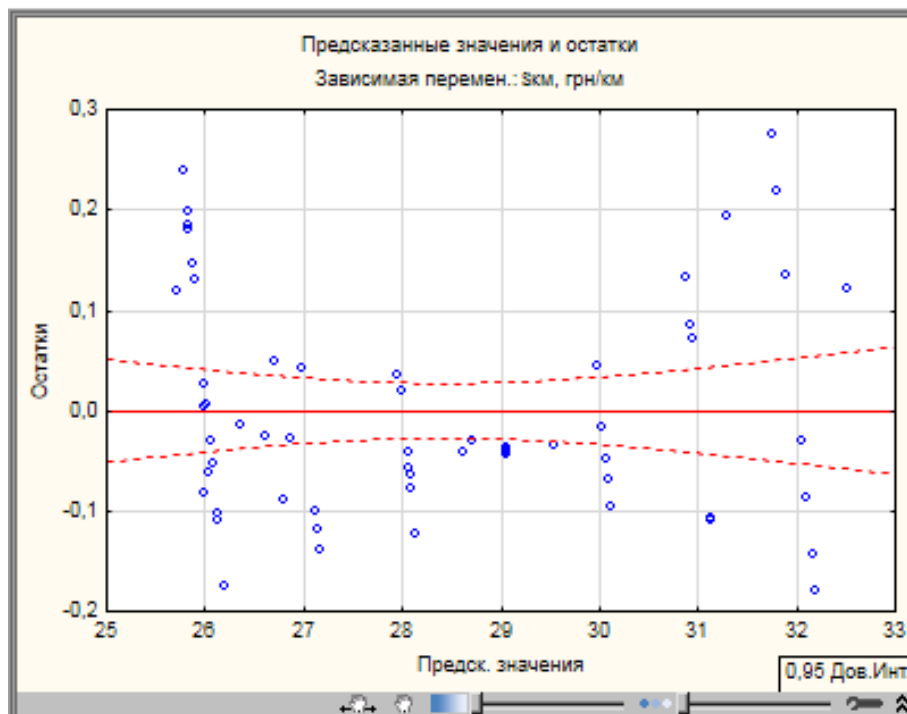


Рис. 5. Диаграмма розсіювання залишків і передбачених значень для нелінійної множинної регресії функції перетворення \sqrt{x} для $S_{км}$

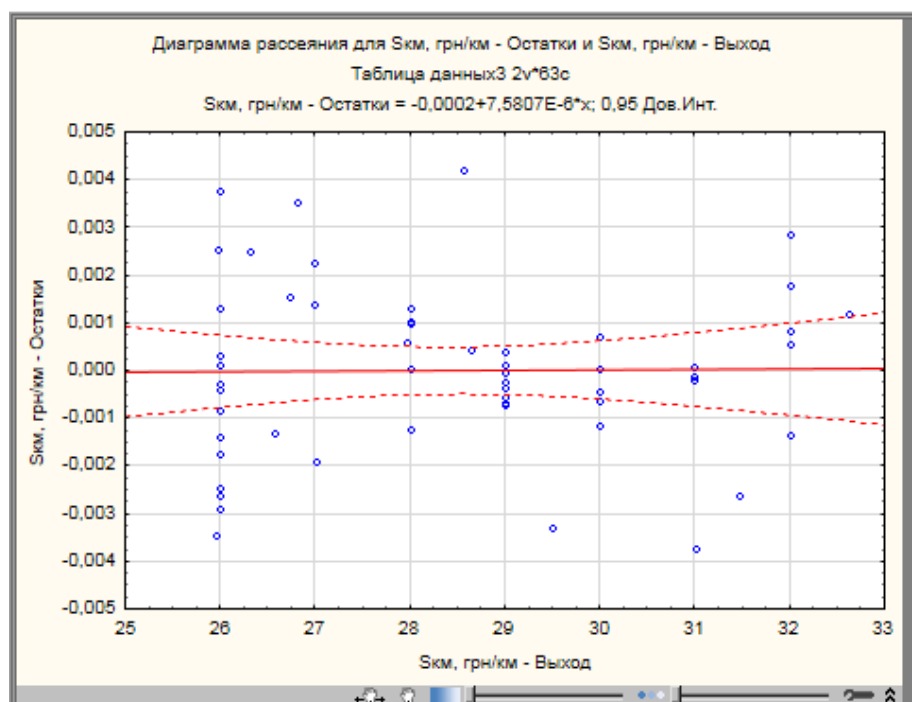


Рис. 6. Диаграмма розсіювання залишків і передбачених значень $S_{км}$ для нейронних мереж

Висновки. Аналіз залишків прогнозування є ключовим в оцінці адекватності або якості моделі. За допомогою програми STATISTICA 10 було проведено факторне дослідження собівартості 1 км пробігу АТЗ при МАППВ різними методами аналізу: множинної регресії, нелінійної множинної регресії функції перетворення \sqrt{x} та за нейронними мережами. За результатами досліджень можна зробити висновок, що найменші залишки при виконанні аналізу за нейронними мережами, так як вони самоудосконалюються і надають більш точний результат.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ponomarova N.V. Prognozuvannya vantazhopotokiv na nazemnikh vidakh transportu u mizhnarodnomu spoluchenni [Forecasting of cargo flows on land modes of transport in international traffic]: avtoreferat dissertacziyi: 05.22.01 «Transportni sistemi» – Kharkiv : Kharkivskij nacjonalnij avtomobilno-dorozhnij universitet, 2007. – 20 c (in Ukrainian).
2. Ivasishina N.V. Pidvishhennya efektyvnosti mizhnarodnikh avtomobilnikh perevezen vantazhiv [Improving the efficiency of international road transport of goods]: avtoreferat dissertacziyi: 08.06.01 «Ekonomika, organizacziya ta upravlinnya pidpriyemstvami» – Kyiv.: Nacjonalnij transportnij universitet, 2002. – 20 c (in Ukrainian).
3. Shevchenko I.V. Sobivartist vantazhnikh perevezen u formuvanni tarifiv na mizhnarodni perevezennya [The cost of freight in the formation of tariffs for international transport]. – Odessa: Odesskij nacjonalnij universitet, 2009. – С. 291-301 (in Ukrainian).
4. Nagornij Y.V., Shramenko N. Y. Komeracijna robota na avtomobilnomu transporti, pidruchnik [Commercial work on road transport: textbook]. – Kharkiv: Kharkivskij nacjonalnij avtomobilno-dorozhnij universite, 2010. – 324 c (in Ukrainian).
5. Borovikov V.P. Populyarnoe vvedenie v sovremennyj analiz dannykh v sisteme STATISTICA. Uchebnoe posobie dlya vuzov [A popular introduction to modern data analysis in STATISTICA. Textbook for universities]. – Moscow.: Goryachaya liniya – Telekom, 2013. – 288 c (in Russian).

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

VERTICAL FARMS

Veselin Rangelov,
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Daniela Staykova,
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7181

ARTICLE INFO

Received: 20 July 2020
Accepted: 16 August 2020
Published: 30 September 2020

KEYWORDS

city, agriculture, landscape,
sustainability, resources.

ABSTRACT

The urbanized population is increasing year by year, leaving fewer and fewer inhabitants in the province. This inevitably leads to increased energy and resource consumption, leading to environmental problems. All this, combined with climate change, calls for a more holistic approach to the provision of raw materials and resources in future cities, both in the main aspects of sustainable development, social, environmental and economic. From this point of view, vertical farms can be an instrument that addresses these aspects.

Citation: Veselin Rangelov, Daniela Staykova. (2020) Vertical Farms. *World Science*. 7(59). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092020/7181

Copyright: © 2020 Veselin Rangelov, Daniela Staykova. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Today, we are increasingly aware of the serious impact of man on the environment, satisfying basic needs such as nutrition-in the form of production costs, long-range deliveries and the associated carbon footprint, and last but not least the limit of production resources. This is what requires the search for a new, more rational approach in the field of agriculture and in particular the plant growing in the agri-food industry.

Like modern cities, agriculture in the near future will grow not only as a volume, but also in height (1). According to studies of Global Vertical Farming the world market of vertical farms was estimated at 2.23 billion dollars in 2018 and is projected to reach 12.77 billion dollars by 2026, increasing by 24.6% from 2019 to 2026 (9).

Vertical farming is a revolutionary approach used to produce food and medicinal plants in vertically stacked layers with a theoretically limitless height, similar to a skyscraper. It facilitates the production of huge quantities of quality fresh food without relying on favorable weather, large quantities of water, skilled labor and favorable soil qualities. Moreover, it ensures a secure extraction and consistency in the production of crops during the year, absolutely independent of external factors such as intermittent climate, diseases, pest attacks, etc.

Vertical farms will continue their development on economic grounds, given the challenges facing mankind in the future. For example, in the UK, the country's food security forecasts are not positive-the UK population is growing by around 0.6% a year in parallel with the expectation that the shortage of agricultural areas suitable for cultivation will be €2 million hectares to 2030 the situation is similar in the larger European countries, and in Bulgaria the depopulation of the Bulgarian village will still require the use of new, rational approaches.

In the next two years, the German starter Infarm will equip in the EU countries a network of modular vertical leaf vegetable farms. The company has already discovered over 50 farms in Berlin, including large retail chains. By the end of 2020, mini farms will appear in a number of cities in

Germany, and also in Paris, London and Copenhagen. Thanks to its modular construction, farms can be installed in kitchens of restaurants, canteens, commercial halls and even small shops. Since the beginning of 2020, IKEA has published in its product catalog and portable, home vertical farm, with the potential for production of 40-60 kg of vegetables and spices monthly.

Farms use the principle of aquaponics, where there is no need for soil—all the necessary substances are obtained from a nutrient solution. Sunlight has been replaced by LEDs. The complete absence of natural light inside the vertical farm is an opportunity for full control of the light spectrum used. Current by GE have developed a lighting solution that ensures that each individual plant will receive a personal dose of optimum light to ensure constant and even growth in intensive conditions. They used three light spectrum for growth based on a combination of different wavelengths:

- Reproducing: To promote the growth of leaves and fruits (with a greater part of the wavelength);
- Vegetative: To promote the structure of plants and leaf mass (with dominance of blue wavelengths);
- Balanced: To promote overall presentation of growth (with a more balanced light spectrum).

The cost of powering LED grow lights is one of the biggest challenges that a vertical farm must overcome in order for its production to be competitive with the fruits and vegetables from a traditional farm. For this, solar panels can be built nearby to generate solar energy. Nowadays, many experiments to grow the same plants with less light are currently underway. In Middle Eastern countries, the transition to vertical farming is a no-brainer, for example, a vertical farm in Saudi Arabia can use solar energy at a low cost. At present, most of the vegetables are imported from other countries, so if there are local crops, there will be higher incomes at the regional level.

Jones Food Company LTD. Begins to offer a fully automated system for growing crops in ideal, clean conditions.



Fig. 1. The fully automated vertical farms of Jones Food Company with individual, offers lighting.

The techniques used in their farm do not require the use of pesticides, chemicals, herbicides, fungicides-natural or synthetic, as used in traditional agriculture. The plant model provides safe and clean growth in a sealed and controlled environment in which there is practically no risk of diseases of plants causing pathogens. In addition, Infarm technology allows the farm to be operated remotely.



Fig. 2. Fully automated and robotic cultivation of vegetables, allowing minimization of the costs of resources and labour (8).

The status of the crop is fed into the cloud, and company employees can regulate the degree of illumination and other indicators remotely. Large databases help the company adapt the level of illumination, temperature, pH and nutrient composition for each plant. All this helps monthly in one module of area 2 sq. m. to be raised to 1200 plants.

In the beginning of 2019 the old man attracted 25 million. Dollars. Investors in the project became Balderton Capital, TriplePoint Capital, Mons Investments, Cherry Ventures, QUADIA and LocalGlobe. Earlier, the company received a grant of 2.5 million euro. Dollars by the European Commission.

Meanwhile, at the end of 2019 the largest vertical farm in the world was completed (10). It was built by the American company Crop One Holdings together with Emirates. The vertical farm will provide products to the customers of Emirates Flight Catering, as well as to the remaining 105 airlines and 25 lounges at the Inter-National Airport in Dubai.



Fig. 3. Vertical farms of the American company Crop One Holdings.



Fig. 4. Vertical farms of Emirates Flight Catering.



Fig. 5. Warehouse areas of Emirates Flight Catering.

The joint venture is worth 40 million dollars. The area of the installation is 40 thousand sq. m, and it is that the production of leafy vegetables is estimated at about 3000 tons per year, as the used water will be 99% less than that in conventional greenhouses.



Fig. 6.

The demand for a vertical agricultural industry is expected to grow rapidly in the next decade due to the increasing popularity of organic food. In addition, the vertically arranged structure of these farms reduces the need for additional construction work and land. Reduces the use of machines necessary for traditional agriculture. On the face is the optimum use of the vertical space. A balanced use of energy, mainly from renewable sources, contributes to the growth of the vertical agricultural market. The technologies used in the sector allow to monitor the growth and harvesting of plants, which further stimulates the interest in these markets market. However, large initial investments are needed for proper construction, adjustment of the internal vertical installation, for the construction of lighting and irrigation systems, software services, etc. However, the increase in urban population and the development of technology in this field are expected to provide lucrative opportunities for growth of the participants in the vertical agricultural market.

In Bulgaria there is enormous potential for development of vertical farming, especially in the former urban industrial zones, where there are many abandoned production buildings and halls (6), which have good opportunities for urban agriculture, not only as a building stock but also with its infrastructure security. Such an initiative and the development of funding programmes from the European funds would help revitalise these non-urban spaces, while stimulating the opening of new jobs in an innovative and high-tech industry.

REFERENCES

1. Murhov, G. 2019. Architects in the struggle for urban agriculture. Retrieved from <https://stroinfo.com/arhitektite-v-borba-za-gradsko-zemedelie/>.
2. Petrova, P., Ivanova, I., Georgiev, G. Sustainable Development and governance. Beta-Varna. 2009.
3. Thomas A. M. Pugh; A. Robert MacKenzie; J. Duncan Whyatt; C. Nicholas Hewitt (2012). "The effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons". *Environmental Science & Technology*. 46 (14): 7692 – 7699. DOI: 10.1021/es300826w.
4. Rangelov, C., Mihaylov, T. Landscape Architecture in future cities. IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON ARCHITECTURE and CONSTRUCTION ArCivE 2019 31 May-02 June, Varna, Bulgaria.
5. Malkovska, P., Dragozova, E. 2018. ALTERNATIVES FOR DEVELOPMENT IN GREEN INFRASTRUCTURE PROJECTS. *The Journal of International Scientific Publications. Ecology & Safety*, ISSN 1314-7234, Volume 12, 2018, p. 341.
6. Asparuhov, C., Rangelov, C., Shahanov, C. 2016. Indoctrination in the preservation of industrial architecture and landscape in Bulgaria. International scientific Conference "BANI" 2016, Higher Construction School "Lyuben Karavelov", Sofia, Bulgaria, 2016.
7. Kuneva TZ., A. Kovatchev (2011). The technologies for landscaping of buildings in the context of the normative basis for spatial planning of the Territories in Bulgaria. Collection of reports from the Jubilee Scientific Conference "60 years of Landscape architecture", Sesjani, Sofia, Bulgaria. Page 72-75.
8. Retrieved from <https://www.newhope.com/news/55-can-robotics-make-vertical-ag-profitable-how-us-agriculture-exploits-farmworkers>.
9. GLOBAL VERTICAL FARMING MARKET -SIZE, GROWTH, TRENDS, AND FORECAST (2020 - 2025) <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/vertical-farming-market>.
10. Retrieved from <https://www.mintradefer.gov.tm/index.php/en/international-trade/899-dubai-will-build-the-largest-vertical-farm-in-the-world>
11. Retrieved from <https://cropone.ag/technology>

WORLD SCIENCE

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws

№ 7(59)

September 2020

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



RS Global

INDEX  COPERNICUS
INTERNATIONAL



Academia.edu
share research

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

Google
scholar



BIBLIOTEKA
NARODOWA



CiteFactor
Academic Scientific Journals

Passed for printing 25.09.2020. Appearance 30.09.2020.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2020

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>