



RS Global

ISSN 2413-1032



WORLD SCIENCE

Multidisciplinary Scientific Edition



RS Global

WORLD SCIENCE

No 9(70)
September 2021

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

TRANSPORT

- Шарай Світлана Михайлівна, Оліскевич Мирослав Стефанович, Рой Максим Петрович*
МЕТОДИКА ВИБОРУ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАМОВЛЕНЬ НА
МІЖМІСЬКІ ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ..... 4

PHYSICS AND MATHEMATICS

- Sahakyan Albert, Muradyan Levon*
INTERVAL EDGE-COLORING OF COMPLETE AND COMPLETE BIPARTITE GRAPHS
WITH RESTRICTIONS..... 11

MEDICINE

- Ковальчук А. В., Прибила О. В., Кушнарєва Н. М.,
Зінич О. В., Ковальчук В. М., Шишкань-Шишова К. О.*
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ОСТЕОКАЛЬЦІНУ З ГОРМОНАЛЬНО-МЕТАБОЛІЧНИМИ
ПОРУШЕННЯМИ ЧОЛОВІКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ З РІЗНИМ
СТУПЕНЕМ ОЖИРІННЯ (огляд літератури і власні дослідження) 17

- E. Tstlidze, I. Rukhadze, I. Verulashvili*
MANAGEMENT OF STATUS EPILEPTICUS IN COMATOSE PATIENTS 23

- Evgeniya Vladeva*
USE OF ESSENTIAL OILS IN MEDICINE AND SPA 29

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

- Ю. В. Близнюк*
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІКИ СПОРТИВНИХ РУХІВ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ І З УРАХУВАННЯМ СИЛИ
НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ..... 35

TRANSPORT

**МЕТОДИКА ВИБОРУ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ
ЗАМОВЛЕНЬ НА МІЖМІСЬКІ ВАНТАЖНІ
АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ**

Шарай Світлана Михайлівна, Кандидат технічних наук, доцент, Кафедра «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6568-4990>

Оліскевич Мирослав Стефанович, Доктор технічних наук, доцент, Кафедра Експлуатації та технічного сервісу машин, Львівський Національний аграрний університет, Львів, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6237-0785>

Рой Максим Петрович, Аспірант, Кафедра «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5788-4220>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7688

ARTICLE INFO

Received: 04 August 2021
Accepted: 07 September 2021
Published: 30 September 2021

KEYWORDS

freight transportation, incoming stochastic flows, order compatibility, mathematical programming.

ABSTRACT

The article is devoted to the problem of selection and distribution of known orders for long-distance transportation of goods by small transport companies. The ordering of the incoming flow of orders for transportation of cargoes taking into account time restrictions on their performance is considered. The incoming order flows of such enterprises are stochastic and different in the structure of transport cycles. The random nature of orders leads to the fact that their execution requires additional unproductive costs of the carrier's resources. It is taken into account that orders for transportation are unequally correlated. The article assumes that the compatibility of two orders, which are performed in a common route by one vehicle, characterizes the additional time spent on mileage and downtime.

The pairwise coefficient of order compatibility is the ratio of the "net" time for order fulfillment to the time required for preparatory additional operations and trips in connection with the previous execution of another order. The set of orders can also be characterized by the average group value of the compatibility factor. The theoretical research model is based on the principle that from any set of known and ready to execute orders, you can choose a subset for which the average group compatibility factor is maximum. This means that the selected subset can be performed with greater efficiency by a given fleet of vehicles without the involvement of funds for cooperation. Therefore, the task of operational planning of the park in terms of stochastic input flow can be simplified to linear integer programming. A new version of the problem has been formulated, which allows to find a guaranteed exact solution for a suitable operating time of calculation. The approbation of the theoretical model at search of optimum plans of transportation of cargoes at the small motor transport enterprise is executed. The influence of the average group compatibility coefficient on the total profit of the enterprise from transportations in the form of the regression equation is established. The theoretical model agrees well with the empirical data according to Fisher's criterion. An algorithm for using the initial analysis of the incoming flow of orders to increase the profitability of the transport company is proposed.

Citation: Svitlana Sharai, Myroslav Oliskevych, Maksym Roi. (2021) Method of Selection of Sequence of Execution of Orders for Long-Term Freight Road Transportation. *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7688

Copyright: © 2021 Svitlana Sharai, Myroslav Oliskevych, Maksym Roi. 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. Автомобільні транспортні підприємства, які виконують вантажні міжміські перевезення і володіють невеликим парком транспортних засобів (5-15 одиниць), зазнають

значного утиску від конкуренції. Потоки транспортних замовлень для таких підприємств є стохастичними. У більшості випадків ці потоки є найпростішими Марковськими [1]. Однак, виконання цих замовлень у порядку їх надходження до перевізника, без обґрунтування їх розподілу між транспортними засобами, відповідної маршрутизації і порядку приводить до того, що парк вантажівок використовується неефективно. Міжміські вантажні перевезення є розподілені на значній території. Пробіги з вантажем як і незавантажені пробіги є досить значними. Замовлення характеризуються часовими вікнами. Робота водійських екіпажів є регламентованою. Ці фактори зумовлюють невідворотні простої рухомого складу, недотримання термінів доставки, великі марні пробіги, що позбавляє автотранспортне підприємство конкурентних переваг [2].

Іноді перевізники застосовують горизонтальну співпрацю, зміст якої полягає в спільному розподілі клієнтів/постачальників, або спільному використанні транспортних засобів перевізниками. Однак, обсяги і види співпраці також впливають на кінцеву ефективність кожного підприємства зокрема [3]. Тому задача впорядкування вхідного потоку замовлень на перевезення вантажів з врахуванням часових обмежень на їх виконання є актуальною. Актуальність її посилюється й тим, що така задача містить велику кількість змінних, яка зростає у міру того, як збільшуються кількість підприємств, що взаємодіють, провізна спроможність перевізників, концентрація замовлень на заданій транспортній мережі, та зростають вимоги до оперативності виконання перевезень [4, 6]. Зрештою, впорядкування вхідного потоку випадкових замовлень є задачею нелінійної оптимізації, оскільки вона пов'язана з розподілом вантажопотоків між окремими транспортними засобами, а фактична продуктивність і прибутковість вантажних перевезень є показниками, які дискретно залежать від кількості замовлень, які виконуються і від кількості автомобілів, які залучені за одиницю часу [7].

У зв'язку зі складністю аналітичного розгляду задачі були спроби застосувати імітаційне моделювання для пошуку рішення [5, 8]. Однак, результати імітації не завжди вказують на ефективні шляхи вирішення проблеми. Тому нами було застосовано редукцію початкової задачі до рівня поліноміального алгоритму, який можна виконати для достатнього великого масиву вхідних даних з допомогою сучасних комп'ютерів та відомого програмного забезпечення [10].

Метою цих досліджень було підвищити ефективність керування парком вантажних автотранспортних засобів шляхом впорядкування вхідного потоку замовлень і раціонального розподілу їх виконання між наявними вантажівками з врахуванням часових обмежень. При цьому оперативні рішення перевізника повинні бути обґрунтовані на основі гарантованого точного розв'язку комплексної задачі про призначення, маршрутизацію та впорядкування структури інтегрованого транспортного процесу.

Матеріали і методи. При наявному стохастичному потоці замовлень і ймовірній кооперації з партнерами, автомобільний перевізник вимушений приймати такі рішення: 1) виконати самостійно, чи доручити виконання замовлення партнерам; 2) залучити увесь власний парк вантажівок для виконання відомого обсягу перевезень, чи орендувати/здати в оренду, відповідно, необхідні додаткові / зайві, що не використовуються засоби. А якщо парк власних + орендованих транспортних засобів є сформований, то потрібно розробити інтегрований транспортний процес для нього, тобто обґрунтувати маршрути і розклади роботи вантажівок. Саме такі задачі є експоненційними за складністю [12]. Тобто при зростанні обсягу вхідних даних їх розв'язок не є гарантованим. Нами застосовано припущення, що із загальної задачі оперативного керування можна виокремити часткові задачі на основі попереднього аналізу вхідного потоку замовлень. Така декомпозиція загальної задачі дає змогу отримати загальне рішення на основі точних часткових, що не зменшує його практичної цінності. Тому у цих дослідженнях нами оцінювалось вплив рішення перевізника лише стосовно вибору замовлень та послідовності виконання на прибуток підприємства.

Теоретична модель досліджень базується на такій формалізації. Замовлення на перевезення вантажів складають стаціонарний потік і за деякий час T вони утворюють множину $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_N\}$. Замовлення є незалежними. Але між ними існують відношення часової сумісності, зміст якої полягає у тому, що витрати часу, коштів, або інших ресурсів на виконання заданим транспортним засобом будь-якого з множини Z замовлення z_j , $j=1..N$ суттєво залежить від того, яке замовлення z_i виконувалось безпосередньо перед z_j [11]. Кожне замовлення характеризується пунктами відправлення і призначення консолідованого вантажу, які позначимо як q_v та q_y , $v, y=1..M$. Відстань доставки $l_{v,y}$ є відомою. З достатнім рівнем

точності можна надати оцінку витрат часу на перевезення вантажу між пунктами q_v і q_y . Величина $a_{i,j}$ – це є час, для руху автотранспортного засобу під час виконання замовлення j після виконання замовлення i . Цей час є більш узагальненим, ніж час, необхідний для поїздки на $l_{v,y}$. Якщо $a_{i,j}=\infty$, то це означає, що замовлення j не може виконуватись після замовлення i . Є також витрати часу на простій транспортного засобу у пунктах відправлення і призначення вантажу $a_{i,j}^s$, які виникають внаслідок неузгодження операцій транспортного процесу. Часові затримки $a_{i,j}^s$ виникають тому, що дозволені часові обмеження замовлень i, j можуть не співпадати і через неритмічність процесу [13]. Кожне Z_i замовлення характеризується часовим вікном W_i , яке визначає дозволений термін виконання замовлення, тобто:

$$W_i = t_i^e - t_i^b, \quad (1)$$

де t_i^e – найбільш можливе пізнє закінчення виконання замовлення; t_i^b – найбільш можливий ранній початок виконання замовлення.

Враховуючи часові вікна замовлень, а також витрати часу на їх виконання, можна оцінити сумісність замовлень коефіцієнтом сумісності у послідовності $i \rightarrow j$, який визначимо з виразу [10]:

$$K_{c.i,j} = \frac{a_{0,j}}{a_{i,j}}, \quad (2)$$

де $a_{0,j}$ – тривалість виконання замовлення z_j ізольовано, без попереднього виконання жодних замовлень, а також без підготовчих дій (нульового пробігу, очікування відвантаження тощо); $a_{i,j}$ – тривалість виконання замовлення z_j після замовлення z_i .

Аналогічно виразу (2) можна вказати сумісність будь-яких двох замовлень при вказаній послідовності їх виконання. Якщо замовлення не виконуються безпосередньо і послідовно одним і тим ж транспортним засобом, то величина $a_{i,j}$, а також їх коефіцієнт сумісності не має змісту. Бажаним значенням коефіцієнта сумісності є $K_{c.i,j} \approx 1.0$, оскільки при цьому зникають непродуктивні витрати на виконання перевезень. У перевізника є в наявності R вантажівок. Цими транспортними засобами потрібно виконати означену множину замовлень Z . Однак, якщо скласти відповідну матрицю часових зв'язків ($a_{i,j}$), а також матрицю коефіцієнтів сумісності ($K_{c.i,j}$) для тієї ж самої множини замовлень, то можна побачити, що коефіцієнти $0 \leq K_{c.i,j} < 1$. Це було основою для поділу множини замовлень Z при аналізі вхідного потоку на такі підмножини Z_1, Z_2, \dots, Z_U , для кожної з яких $K_{c.i,j} \geq [K_{c.min}]$, де $[K_{c.min}]$ – деяке мінімальне значення коефіцієнта сумісності. Якщо в множині Z є деяке замовлення z_ξ , для якого не існує жодного значення коефіцієнта $K_{c.i,\xi} \geq [K_{c.min}]$, або $K_{c,\xi,i} \geq [K_{c.min}]$, то таке замовлення потрібно виконувати ізольовано, окремим транспортним засобом. Для оцінки сумісності усіх замовлень горизонту використаємо середнє групове значення коефіцієнта сумісності:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N K_{c.i,j}}{N}. \quad (3)$$

Коефіцієнт (3) показує, наскільки сумісними є замовлення, які вибрані в одну підмножину. При обчисленні цього коефіцієнта не береться до уваги те, що замовлення можуть виконуватись різними перевізниками по кооперації. Тому даний коефіцієнт є достатнім для оцінки ефективності діяльності лише одного перевізника. Тому для такої оцінки використано критерій, – сумарний прибуток автотранспортного підприємства (TI) за період T :

$$TI = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N l_{i,j} \cdot x_{i,j} \cdot P_m - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^m \cdot x_{i,j} \cdot C_m - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^s \cdot x_{i,j} \cdot C_s \Rightarrow \max \quad (4)$$

де $l_{i,j}$ – пробіг автомобіля з вантажем для виконання j -го замовлення після i -го; P_m – тариф на виконання пробігу з вантажем C_m , C_t – витрати коштів АТП на 1 год., відповідно, руху і простою транспортних засобів; $a_{i,j}^m$ – тривалість руху транспортного засобу при виконанні замовлення j , після виконання замовлення i ; $a_{i,j}^s$ – витрати часу на простій транспортних засобів у пунктах відправлення і призначення вантажу; $x_{i,j}$ – двійкова змінна задачі.

Пошук оптимального значення критерію (4) є задачею цілочисельного програмування. Задача є лінійною, а її обмеження стосуються заданої кількості транспортних засобів, часових

вікон замовлень, пріоритетності замовлень. Така задача має гарантований точний розв'язок, на відміну від відомого її формулювання з врахуванням кооперації [9]. Однак, щоб розв'язати таку задачу методами лінійного програмування, потрібно виконати поділ множини Z на підмножини, оскільки початкова множина Z є занадто великою для провізної спроможності парку одного перевізника, а замовлення, які до неї входять характеризуються низьким коефіцієнтом K_c . Тому було сформульовано і розв'язано задачу вибору замовлень для одної підмножини Z_u , як найпростіший випадок.

Отже, задано множину $Z=\{z_1, z_2, \dots, z_N\}$. замовлення, що входять до множини Z , характеризуються матрицями $(a_{i,j})$, $(K_{c,i,j})$ і середнім груповим коефіцієнтом K_c , який служить, у даному випадку, критерієм відбору:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (K_{c,i,j} \cdot \lambda_j)}{N} \rightarrow \max, \quad (5)$$

де $\lambda_j = \{0;1\}$ – двійкова змінна, яка набуває значення 1, якщо j -е замовлення входить до підмножини Z_u і 0 – в протилежному випадку.

Обмеження:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j > 1. \quad (6)$$

Обмеження (6) стосується того факту, що хоча б одне замовлення із множини Z повинно бути виконане. Оскільки максимальна кількість замовлень, яку мають виконати автомобілі перевізника, є невідома, то й максимальне значення суми (6) залишається відкритим і буде виконуватись лише нерівність:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j < N.$$

Наведемо приклад застосування задачі впорядкування вхідних потоків, який був застосований для малої транспортної компанії (в наявності $R_{\max}=6$ вантажних автопоїздів), що виконує міжміські перевезення вантажів на території Львівської області (Україна). Щодобовий наряд на перевезення складається з випадкових одноразових замовлень. Середня кількість замовлень, готових до виконання – 20. Коефіцієнт сумісності замовлень K_c коливається в межах 0,182-0,288, при частці цілком несумісних замовлень ($K_{c,i,j} \approx 0$) 13%. Ймовірність появи у вхідному потоці цілком сумісних замовлень $P_c < 0,3\%$ за увесь період спостереження на підприємстві (травень-липень 2020 року). Тому такі замовлення вважаються рідкісними. Використовуючи методіку, викладену в статті [12], було обчислено матрицю часових зв'язків для структурної оптимізації. За ними обчислено коефіцієнти попарної сумісності. Оскільки максимальна кількість замовлень, які повинні увійти в множину Z_u , залежить від кількості задіяний транспортних засобів і від послідовності виконання замовлень, то наступні дії в розв'язку задачі проводились ітераційно.

1. Приймаємо, що кількість задіяних транспортних засобів $R=R_{\max}$. Максимальна кількість замовлень у множині $Z_u=10$, становить 50% від кількості у множині Z .

2. Проводиться вибір дійсної кількості замовлень за критерієм (5). В результаті отримано множину Z_u , для якої було досягнуто числового значення $K_c \geq 0,43$ на максимальній ітерації.

3. Для отриманої множини Z_u розв'язано задачу розподілу і маршрутизації за критерієм (4). Якщо внаслідок розв'язку отримано, що кількість задіяний транспортних засобів $R \leq R_{\max}$, то потрібно перейти до кроку 1 і збільшити розмір Z_u на 1. Якщо $R=R_{\max}$, однак при цьому у множині Z_u виявлені невиконані замовлення, то потрібно перейти до кроку 1 і зменшити множину Z_u на 1. В іншому випадку оптимальне рішення вважалось знайденим.

Також замість критерію (5) можна використовувати його видозміну:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (K_{c,i,j} \cdot \lambda_j)}{N} \geq [K_{c,\min}], \quad (7)$$

Однак, вираз (7) можна застосувати при наявності апріорної інформації про потік замовлень. Для цього було виконано експериментальні дослідження на підприємстві, яке виконує замовлення з міжміської доставки вантажів.

Результати.

Метою проведення експериментального дослідження було встановити емпіричну залежність між керованими факторами і функцією відгуку, а саме сумарним прибутком підприємства:

$$TI = F(K_c, R), \quad (8)$$

де TI – сукупний прибуток підприємства від перевезень вантажів; K_c – коефіцієнт сумісності замовлень; R – кількість залучених транспортних засобів.

Проводився пасивний експеримент, – спостереження за отриманими результатами від діяльності АТП при застосуванні рекомендацій стосовно розподілу замовлень між екіпажами і маршрутизацією транспортних засобів. Кількість рівнів факторів: для K_c – 19, для R – 3. Був проведений повнофакторний експеримент. Кількість спостережень – $19 \times 3 = 57$. На першому етапі фактори K_c і R , було перевірено на мультиколінеарність, тобто на відсутність лінійних зв'язків між незалежними змінними. Математично ознака відсутності мультиколінеарності виражається через коефіцієнт парної регресії, який має прямувати до нуля, тобто:

$$r_{x_1, x_2} \rightarrow 0 \quad (9)$$

Для перевірки факторів на мультиколінеарність отримані внаслідок спостережень на підприємстві вхідні дані було введено в таблицю вхідних даних (WorkSheet) в програмі Statistica 10. Дослідження мультиколінеарності у цій програмі проводиться методом Феррара-Глобера. Для цього було обчислено парну кореляцію. З неї визначено, що коефіцієнт парної кореляції $r_{R, K_c} = 0,0349$ при наборі даних $N = 57$. Істотним вважається кореляційний зв'язок факторів при $r_{R, K_c} > 0,05$. Оскільки ця умова не виконується, то фактори R і K_c не є мультиколінеарними.

Отримані результати статистичних експериментів опрацьовано за відомою методикою [13]. Оскільки усі проведені спостереження мають однакову повторюваність, то для оцінювання їх відтворюваності застосовано оцінювання їх за критерієм Кохрена (G-критерій):

$$G_p \leq G_T, \quad (10)$$

де G_T – табличне значення критерію Кохрена, яке визначається для ступенів вільності $f_1 = N - 1$, $f_2 = N$ і 5%-го рівня значимості; N – кількість дослідів; G_p – розрахункове значення критерію Кохрена.

Таким чином, ступені вільності для критерію Кохрена становлять $f_1=18$, $f_2=57$. Розрахункове значення критерію Кохрена становить $G_p=0,1125$. Оскільки табличне значення критерію $G_T=0,1738$, то досліді є такими, що відтворюються.

Після цього було проведено регресійний аналіз і побудовано рівняння регресії виду:

$$TI = 7287,45 + 28,93 \cdot R + 45685,53 \cdot K_c - 3,228 \cdot R^2 - 16,96 \cdot K_c. \quad (11)$$

Проводимо оцінку значимості коефіцієнтів регресії. Для цього з допомогою програми Statistica визначено середню дисперсію $S^2 = 5837,59$. Для порівняння кожного коефіцієнта регресії потрібно визначити t -критерій Стюдента для рівня значимості 0,95 і ступеня свободи 56. Табличне значення критерію дорівнює 1,672. Проведемо оцінку значимості кожного коефіцієнта виразу (11) (табл. 1). З даних табл.1 робимо висновок, що коефіцієнти регресії при факторі R є незначимими, що означає неістотність впливу на загальний прибуток TI кількості автомобілів. Тому було проведено повторний, але однофакторний регресійний аналіз.

Таблиця 1. Оцінкові критерії значимості коефіцієнтів рівняння регресії

Коефіцієнт регресії	t -критерій
b_0	0,001064
b_1	0,8752
b_2	0,195
b_{12}	1696
b_{11}	0,840
b_{22}	0,000

Нова модель сукупного доходу визначиться з виразу:

$$y = -123586x^3 + 169188x^2 - 7094,4x + 8589,6$$

$$\text{Total Income: } TI = -2829,6 + 88437 \cdot K_c - 34728 \cdot K_c^2, \quad (12)$$

при рівні значимості фактору K_c – не нижче 0,95. Коефіцієнт детермінації при цьому – $R^2=0,9235$.

Придатність рівняння для опису реальної залежності критерію оптимізації транспортних процесів визначено за критерієм Фішера, який обчислюємо за виразом:

$$F_{\text{розр}} = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_f^2}, \quad (13)$$

де S_f – головна дисперсія вибірки; $S_{\text{ад}}$ – дисперсія адекватності, яку визначають за виразом:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_{pi} - \bar{y}_{ci})^2}{N-d}, \quad (14)$$

де \bar{y}_{ci} – середнє значення змінної, отримане дослідним шляхом; \hat{y}_{pi} – середнє значення змінної, отримане розрахунковим шляхом.

Підставивши у вирази (12)–(14) числові значення статистичного ряду, отримаємо $S_{\text{ад}}^2 = 10782$ і $S_f^2 = 14422,98$. Таким чином, критерій Фішера $F_{\text{розр}} = 0,74362$. Табличне значення критерію становить 2,37. Оскільки вираз (12) виконується, рівняння регресії вважаємо адекватним.

Графічне відображення теоретичної моделі та емпіричних значень, отриманих внаслідок структурної оптимізації, подано на рис. 1.

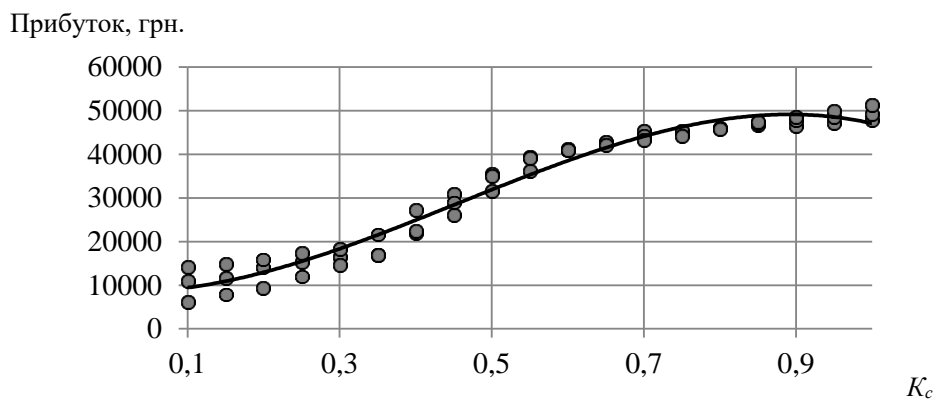


Рис. 1. Залежність отриманого прибутку від виконання замовлень від коефіцієнта сумісності замовлень

Як видно з рис., прибуток, отриманий підприємством, при підвищенні значення коефіцієнта групової сумісності замовлень на 0,2 приводить до подвоєння отриманого прибутку, незалежно від кількості залучених транспортних засобів. Цьому сприяє вибір і сортування замовлень за сумісністю.

Висновки. Кількість задіяних власних автомобілів для виконання заданого обсягу замовлень є несуттєвим чинником, який визначає загальний дохід від вантажних перевезень. Натомість між властивістю сумісності замовлень в одному потоці і отриманим прибутком існує суттєвий кореляційний зв'язок, який можна використати для планування процесу перевезень.

Впровадження управлінських рекомендацій із застосуванням попереднього аналізу та сортування замовлень дає змогу впровадити новий, оптимальний інтегрований транспортний процес із більш ефективним використанням наявного власного парку транспортних засобів. Збільшення економічної ефективності діяльності підприємства може бути досягнуто за рахунок обґрунтованих рішень стосовно розподілу власних транспортних засобів, вибору замовлень, які характеризуються вищими значеннями коефіцієнта сумісності та удосконалення інформаційного забезпечення. Економічний ефект від впровадження результатів досягається шляхом збільшення надходжень у зв'язку із обслуговуванням більшої кількості замовлень, зменшення відмов, а також прогнозування рентабельності замовлень, які надходять в загальному потоці. З іншого боку, транспортна компанія, яка використовує запропоновану в роботі методику оптимізації процесу обслуговування вантажопотоків, знижує витрати через зменшення незавантаженого пробігу і простою рухомого складу.

REFERENCES

1. Horbachov, P. F., Mospan, N. V., & Horbachëv, P. F. (2017). "Imitatsiina model obsluhovuvannia razovykh zamovlen na mizhmiski vantazhoperevezennia". ["Simulation model of service of one-time orders for long-distance cargo transportation"] "*Vestnyk Kharkovskoho natsyonalnoho avtomobylno-dorozhnoho unyversyteta*" ["*Bulletin of Kharkiv National Automobile and Road University*"]. 76, 32–39. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/vhad_2017_76_8.
2. Ke Ma, Rudrajeet Pal, Eva Gustafsson. What modelling research on supply chain collaboration informs us? Identifying key themes and future directions through a literature review. *International Journal of Production Research*, 2019. №57(7), pp. 2203–2225. DOI: 10.1080/00207543.2018.1535204.
3. Gansterer M., Hartl R., Vetschera R. The cost of incentive compatibility in auction-based mechanisms for carrier collaboration. *Networks*, 2019. №73(4), pp. 490–514. DOI: 10.1002/net.21828.
4. Cruijssen F., Cools M., Dullaert W. Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2007. №43(2), pp. 129–142. DOI: 10.1016/j.tre.2005.09.007.
5. Crainic, T. G., Perboli G., Rosano M. (2018). Simulation of intermodal freight transportation systems: a taxonomy. *European Journal of Operational Research*, 270, 2/16, 401–418. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.061>
6. Robinson, S. R., Pasupathy, S.-H., Kim, A., Tolk, R., Hill, M., Kuhl E. (Eds.). (2013). *Conceptual Modeling for Simulation*. Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, IEEE Press, Piscataway, 377–388. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/WSC.2013.6721435>
7. Novoa, C. and Storer, R. (2009). An approximate dynamic programming approach for the vehicle routing problem with stochastic demands. *European Journal of Operational Research*, 196(2):509–515.
8. Gansterer M., Hartl R., Vetschera R. The cost of incentive compatibility in auction-based mechanisms for carrier collaboration. *Networks*, 2019. №73(4), pp. 490–514. DOI: 10.1002/net.21828.
9. Ganstererand M., Hartl R.F. Collaborative vehicle routing: A survey, *Eur. J. Operational Research*, 2018. № 268, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.10.023.
10. Roi M. P. "Metod optymizatsii intehrovanoho transportnoho protsesu vantazhnykh avtomobilnykh perevezen". ["Method of optimization of integrated transport process of freight road transport"]. "*Vcheni zapysky Tavriiskoho NU im. V.I. Vernadskoho. Seriya: tekhnichni nauky*" *Scientific notes of Tavriya National University named after VI Vernadsky. Series: technical sciences*. 31 (70), № 5, 220-227.
11. Oliskevych, M. S., Mastyakash, O. L., & Roi, M. P. (2020). "Zalezhnist efektyvnosti diialnosti i kooperatsii pereviznyka vid vkhidnoho potoku zamovlen" ["Dependence of carrier efficiency and cooperation on inlet order flow"]. *Transport development*, (1 (6)), 103-115. № 1(6). 103-115. Retrieved from <https://doi.org/10.33082/td.2020.1-6.09>
12. Sharai, S. M., & Roi, M. P. (2021). "Zastosuvannia systemnoho pidkhodu do orhanizatsii vantazhnykh avtomobilnykh perevezen iz chasovymy viknamy". ["Application of system approach to organization of freight carriage with time windows"]. "*Vcheni Zapysky*", ["*Scientific Notes*"] 32 (71) № 1. Part.2. 148-155. Retrieved from <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-2/24>
13. Peck, R., Olsen, C., & Devore, J. L. (2015). *Introduction to statistics and data analysis*. Cengage Learning.

PHYSICS AND MATHEMATICS

INTERVAL EDGE-COLORING OF COMPLETE AND COMPLETE BIPARTITE GRAPHS WITH RESTRICTIONS

Sahakyan Albert, Ph.D. Student, Chair of Discrete Mathematics and Theoretical Informatics, Faculty of Informatics and Applied Mathematics, Yerevan State University, Armenia

Muradyan Levon, Master's Student, Chair of Discrete Mathematics and Theoretical Informatics, Faculty of Informatics and Applied Mathematics, Yerevan State University, Armenia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7689

ARTICLE INFO

Received: 01 August 2021
Accepted: 10 September 2021
Published: 30 September 2021

KEYWORDS

complete graph, complete bipartite graph, interval t-coloring, interval edge-coloring, restrictions on edges, NP-complete, bipartite matching.

ABSTRACT

An edge-coloring of a graph G with consecutive integers c_1, \dots, c_t is called an interval t-coloring, if all colors are used, and the colors of edges incident to any vertex of G are distinct and form an interval of integers. A graph G is interval colorable if it has an interval t-coloring for some positive integer t . In this paper, we consider the case where there are restrictions on the edges, and the edge-coloring should satisfy these restrictions. We show that the problem is NP-complete for complete and complete bipartite graphs. We also provide a polynomial solution for a subclass of complete bipartite graphs when the restrictions are on the vertices.

Citation: Sahakyan Albert, Muradyan Levon. (2021) Interval Edge-Coloring of Complete and Complete Bipartite Graphs with Restrictions. *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7689

Copyright: © 2021 Sahakyan Albert, Muradyan Levon. 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. All graphs considered in this paper are undirected, finite, and have no loops or multiple edges. For a graph G , let $V(G)$ and $E(G)$ denote the sets of vertices and edges of G , respectively. The degree of a vertex $v \in V(G)$ is denoted by $d_G(v)$. The maximum degree of vertices in G is denoted by $\Delta(G)$.

A complete graph [1] is a graph in which every pair of distinct vertices is connected by an edge. The complete graph having n vertices is denoted by K_n . A bipartite graph is a graph whose vertices can be divided into two disjoint and independent sets U_1 and U_2 such that every edge connects a vertex in U_1 to a vertex in U_2 . A complete bipartite graph is a bipartite graph such that two vertices are adjacent, if and only if they are in different partite sets. When the sets have sizes n and m , the complete bipartite graph is denoted by $K_{n,m}$.

An edge-coloring of a graph G is an assignment of colors to the edges of the graph so that no two adjacent edges have the same color. An edge-coloring of a graph G with colors $1, \dots, t$ is an interval t-coloring if all colors are used, and the colors of edges incident to each vertex of G form an interval of integers. A graph G is interval colorable if it has an interval t-coloring for some positive integer t . The set of all interval colorable graphs is denoted by \mathfrak{R} . The concept of an interval edge-coloring of a graph was introduced by Asratian and Kamalian [2]. This means that an interval t-coloring is a function $\alpha: E(G) \rightarrow \{1, \dots, t\}$ such that for each edge e the color $\alpha(e)$ of that edge is an integer from 1 to t , for each color from 1 to t there is an edge with that color and for each vertex v all the edges incident to v have different colors forming an interval of integers. For a graph $G \in \mathfrak{R}$, the least and the greatest values of t for which G has an interval t-coloring are denoted by $w(G)$ and $W(G)$, respectively.

The set of integers $\{a, a + 1, \dots, b\}$, $a \leq b$, is denoted by $[a, b]$. Let I_k be the set $[1, k]$ of integers, then 2^{I_k} is the set of all the subsets of I_k . We will denote by $\tau(I_k)$ the set of all the elements from 2^{I_k} that are an interval of integers. More formally $\tau(I_k) = \{s: s \in 2^{I_k}, s \text{ is a non empty interval of integers}\}$. The greatest common divisor of two positive integers a, b is denoted by $\sigma(a, b)$.

For an interval coloring, α and a vertex v , the set of all the colors of the incident edges of v is called the spectrum of that vertex in α and is denoted by $S_\alpha(v)$. The smallest and the largest numbers in $S_\alpha(v)$ are denoted by $\underline{S}_\alpha(v)$ and $\overline{S}_\alpha(v)$, respectively.

We consider the following two problems:

Problem 1: Given a graph G and for some k restrictions on the edges $R: E(G) \rightarrow 2^{I_k}$. Find an interval edge-coloring $\alpha: E(G) \rightarrow I_k$ such that $\alpha(e) \in R(e)$ for all $e \in E(G)$.

Problem 2: Given a graph G and for some k restrictions on the vertices $L: V(G) \rightarrow 2^{I_k}$. Find an interval edge-coloring $\alpha: E(G) \rightarrow I_k$ such that $S_\alpha(v) \subseteq L(v)$ for all $v \in V(G)$.

We show that the Problem 1 is NP-complete for complete and complete bipartite graphs. For complete bipartite graphs we provide a polynomial solution for the Problem 2 when $\sigma(n, m) = 1$.

Interval edge-colorings have been intensively studied in different papers. Lower and upper bounds on the number of colors in interval edge-colorings were provided in [3, 4] and the bounds were improved for different graphs: planar graphs [5], r -regular graphs with at least $2 \cdot r + 2$ vertices [6], cycles, trees, complete bipartite graphs [3], n -dimensional cubes [7,8], complete graphs [9, 10], Harary graphs [11], complete k -partite graphs [12], even block graphs [13]. In [14], interval edge-colorings with restrictions on edges were considered. In this case there can be restrictions on the edges for the allowed colors. In [15, 16], interval edge-colorings with restrictions on the spectrums were considered.

NP-completeness of interval edge-coloring with restrictions on edges for complete bipartite graphs

Here we consider the Problem 1 for complete bipartite graphs $K_{n,m}$. We will show that the problem is NP-complete even for the case of $K_{n,n}$ where the restrictions are from $[1, n]$. Finding an interval n -coloring that meets the restrictions, is the same as finding an edge-coloring that meets the restrictions, since $d_{K_{n,n}}(v) = n$ for all $v \in V(K_{n,n})$ and all the spectrums are going to be the interval $[1, n]$. The problem becomes the following:

Problem 3: Given a complete bipartite graph $K_{n,n}$ and some restrictions on the edges $R: E(K_{n,n}) \rightarrow 2^{I_n}$. Find an edge-coloring $\alpha: E(K_{n,n}) \rightarrow I_n$ such that $\alpha(e) \in R(e)$ for all $e \in E(K_{n,n})$.

A Latin square is an $n \times n$ matrix M with entries from the set $\{1, \dots, n\}$ such that no column or row contains any repeated entry.

A partial Latin square is an $n \times n$ matrix M with entries from the set $\{0, 1, \dots, n\}$ such that no column or row contains any repeated entry other than 0.

Problem 4: Let M be an $n \times n$ partial Latin square. Is it possible to extend M to a Latin square, i.e., can we replace each zero entry in M by an element of $\{1, 2, \dots, n\}$ in such a way that no row or column contains a repeated entry?

In [17], Colbourn showed that the Problem 4 is NP-complete. We now show that the Problem 3 is NP-complete too.

Theorem 1: The Problem 3 of finding an edge-coloring for a $K_{n,n}$ with given restrictions

$R: E(K_{n,n}) \rightarrow 2^{I_n}$ is NP-complete.

Let M be an $n \times n$ partial Latin square. Let $M_{r,c}$ be the element in the row r and the column c . We will create a complete bipartite graph $G = K_{n,n}$ with restrictions $R: E(G) \rightarrow 2^{I_n}$ such that finding an edge-coloring in that graph is equivalent to extending the partial Latin square into a Latin square. Let $V_1 = \{u_1, \dots, u_n\}$ be the set of vertices in the first part ($|V_1| = n$), and let $V_2 = \{v_1, \dots, v_n\}$ be the set of vertices in the second part ($|V_2| = n$). The vertices V_1 will represent the rows of the matrix M and the vertices V_2 will represent the columns of the matrix M . Let $c = M_{i,j}$. If $c \neq 0$ then we take $R(u_i, v_j) = \{c\}$ (we should use the color c for the edge (u_i, v_j)). If $c = 0$ then we can take $R(u_i, v_j) = [1, n]$. Note that we could remove from $R(u_i, v_j)$ all the other colors that appeared in that row or that column, but since we are going to find an edge-coloring we do not have to do it.

If \bar{M} is an extended Latin square of M , then taking $\alpha(v_i, v_j) = \bar{M}_{i,j}$ satisfies the restrictions R and is an edge-coloring (since in a Latin square the elements of each row and each column are different).

Let α be an edge-coloring that satisfies the restrictions R . Taking $\bar{M}_{i,j} = \alpha(v_i, v_j)$ satisfies the restrictions of Latin square since the colors are from $[1, n]$, the existing colors of M are colored in their respective colors, and for each row and each column, the elements are different (since they are the incident edges of a vertex from $K_{n,m}$). Hence the Problem 3 is NP-complete.

Corollary 1: The Problem 1 of finding an interval edge-coloring for a complete bipartite graph $K_{n,m}$ with given restrictions $R: E(K_{n,m}) \rightarrow 2^{I_{n+m-1}}$ is NP-complete.

The Problem 3 is a special case of finding an interval edge-coloring for complete bipartite graphs. From the Theorem 1 we know that the Problem 3 is NP-complete, hence the more general problem is also NP-complete.

NP-completeness of interval edge-coloring with restrictions on edges for complete graphs

Here we consider the Problem 1 for complete graphs and show that the general problem is NP-complete. We will show that the problem is NP-complete even for the case of K_n where the restrictions are from $[1, n - 1]$. Finding an interval $(n - 1)$ -coloring that meets the restrictions, is the same as finding an edge-coloring that meets the restrictions, since $d_{K_n}(v) = n - 1$ for all $v \in V(K_n)$ and all the spectrums are going to be the interval $[1, n - 1]$. The problem becomes the following:

Problem 5: Given a complete graph K_n and some restrictions on the edges $R: E(K_n) \rightarrow 2^{I_{n-1}}$. Find an edge-coloring $\alpha: E(K_n) \rightarrow I_{n-1}$ such that $\alpha(e) \in R(e)$ for all $e \in E(K_n)$.

From [4], it is known that $w(K_{2 \cdot m}) = 2 \cdot m - 1 = \Delta(K_{2 \cdot m})$ and $K_{2 \cdot m+1}$ is not interval colorable. Hence we are interested only in $n = 2 \cdot m$. Any edge-coloring $\alpha: E(K_{2 \cdot m}) \rightarrow I_{2 \cdot m-1}$ can be represented with a matrix M , such that $M_{i,j} = \alpha(v_i, v_j)$ ($v_i, v_j \in V(K_{2 \cdot m})$), and $M_{i,i} = 2 \cdot m$ (we color the diagonal with the color $2 \cdot m$ to have a full matrix). Note that M is a symmetric Latin square. Any symmetric $2 \cdot m \times 2 \cdot m$ Latin square M with diagonal elements equal to $2 \cdot m$ can be transformed into an edge-coloring of $K_{2 \cdot m}$ by taking $\alpha(v_i, v_j) = M_{i,j}$.

Definition: Let $n = 2 \cdot m$. An n -diagonal Latin square is a symmetric $n \times n$ Latin square M such that $M_{i,i} = n$ for all $1 \leq i \leq n$.

Note that n -diagonal Latin squares are only defined for even n . In fact, any symmetric Latin square with odd n should contain all the colors $1, \dots, n$ in its diagonal, since each number $1, \dots, n$ should be used an odd number of times, and in a symmetric matrix, their counts are the same above and below the diagonal.

The problem of completing an n -diagonal partial Latin square can be reduced to the Problem 5. For an n -diagonal partial Latin square M we can construct a complete graph K_n and restrictions R the following way: Let $c = M_{i,j}$ ($i \neq j$). If $c \neq 0$ then we take $R(v_i, v_j) = \{c\}$, otherwise, if $c = 0$ then we take $R(v_i, v_j) = [1, n - 1]$. In this case finding an edge-coloring α that meets the restrictions is equivalent to completing M . To construct the Latin square \bar{M} from α we do the following: we take $\bar{M}_{i,i} = n$, and we take $\bar{M}_{i,j} = \alpha(v_i, v_j)$ if $i \neq j$. Since α is an edge-coloring \bar{M} is a Latin square. Similarly, if we have the completed Latin square \bar{M} we can construct the edge-coloring α by taking $\alpha(v_i, v_j) = \bar{M}_{i,j}$.

In [18], it was shown that the problem of completing a symmetric partial Latin square is NP-complete, but since the n -diagonal Latin squares are a subclass of symmetric Latin squares, we will provide proof for this case.

Theorem 2: The problem of completing an n -diagonal partial Latin square is NP-complete.

We will reduce the problem of completing a symmetric partial Latin square of order $2 \cdot m - 1$ to the problem of completing a $2 \cdot m$ -diagonal partial Latin square.

Let M be any $(2 \cdot m - 1) \times (2 \cdot m - 1)$ symmetric partial Latin square. We construct a new $(2 \cdot m) \times (2 \cdot m)$ matrix T by taking the diagonal of M and adding it as the last row and the last column of T and by assigning the value $2 \cdot m$ to the elements in the diagonal of T . Fig. 1 illustrates that transformation.

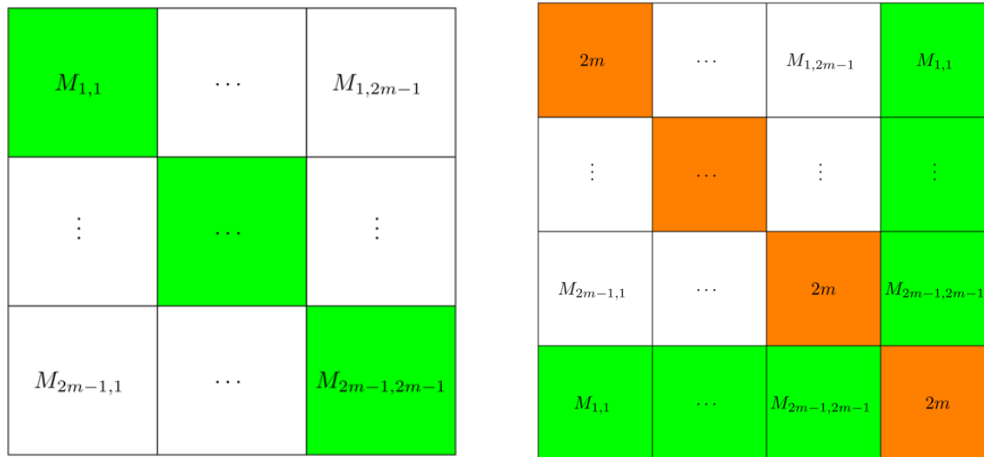


Fig. 1. The transformation of a symmetric partial Latin square M to a $2 \cdot m$ -diagonal partial Latin square T .

Since T should be symmetric, the last row will be the same as the last column, and we can later transform completed T to a completed M by taking the diagonal of M the last row of T (without the last element). Hence completing the $2 \cdot m$ -diagonal partial Latin square T is equivalent to completing the symmetric partial Latin square M , which means the problem of completing an n -diagonal partial Latin square is NP-complete.

Corollary 2: The Problem 5 of finding an edge-coloring of a complete graph K_n with given restrictions $R: E(K_n) \rightarrow 2^{I_{n-1}}$ is NP-complete.

This follows from the fact that the problem of completing an n -diagonal partial Latin square can be reduced to the Problem 5. From the Theorem 2 the problem of completing an n -diagonal partial Latin square is NP-complete, hence the Problem 5 is also NP-complete.

Corollary 3: Let $t = E(K_{2 \cdot m})$. The Problem 1 of finding an interval edge-coloring of a complete graph $K_{2 \cdot m}$ with given restrictions $R: E(K_{2 \cdot m}) \rightarrow 2^{I_t}$ is NP-complete.

The Problem 5 is a special case of finding an interval edge-coloring of complete graphs with given restrictions R on the edges. From the Corollary 2, the Problem 5 is NP-complete, which means the general problem is also NP-complete.

Interval edge-coloring of complete bipartite graphs with restrictions on vertices

Here we consider the Problem 2 for complete bipartite graphs $K_{n,m}$ where $\sigma(n, m) = 1$. From the Theorem 1 of [3], for $K_{n,m}$ it is known that $w(K_{n,m}) = n + m - \sigma(n, m)$ and $W(K_{n,m}) = n + m - 1$. This means that if $\sigma(n, m) = 1$ then the number of colors should be $t = n + m - 1$. For simplicity, we will assume that the restrictions L on the vertices are from $[1, t]$ ($L(v) \subseteq [1, t]$ for all $v \in V(K_{n,m})$). The problem becomes the following:

Problem 6: Given a complete bipartite graph $G = K_{n,m}$ with $\sigma(n, m) = 1$ and given restrictions on the vertices $L: V(G) \rightarrow 2^{I_t}$ ($t = n + m - 1$). Find an interval edge-coloring $\alpha: E(G) \rightarrow I_t$ such that $S_\alpha(v) \subseteq L(v)$ for all $v \in V(G)$.

Let V_1 be the set of vertices in the first part ($|V_1| = n$), and let $|V_2|$ be the set of vertices in the second part ($|V_2| = m$). Let α be any interval edge-coloring of $K_{n,m}$ with $n + m - 1$ colors.

If we take the vertices of V_1 and sort them in the ascending order of $S_\alpha(u)$ then the spectrums will look like this: $[1, m], [2, m + 1], \dots, [n, n + m - 1]$. Similarly, if we take the vertices of V_2 and sort them in the ascending order of $S_\alpha(v)$ then the spectrums will look like this: $[1, n], [2, n + 1], \dots, [m, n + m - 1]$. It means that for each part, the spectrums differ from each other. Now imagine that for the vertices u_1, \dots, u_n ($u_i \in V_1$) we know the spectrums are $[1, m], \dots, [n, n + m - 1]$ and for the vertices v_1, \dots, v_m ($v_i \in V_2$) we know the spectrums are $[1, n], [2, n + 1], \dots, [m, n + m - 1]$ then we can construct an interval edge-coloring α such that all the spectrums are correct. The coloring could be $\alpha(u_i, v_j) = i + j - 1$. It is easy to check that this coloring is an interval edge-coloring and satisfies the spectrum restrictions.

We can solve the problem with restrictions L independently for the two parts. In the first part, we need to find vertices u_{p_1}, \dots, u_{p_n} such that $[i, i + m - 1] \subseteq L(u_{p_i})$. In the second part we need to

find vertices v_{q_1}, \dots, v_{q_m} such that $[i, i + n - 1] \subseteq L(v_{q_i})$. Since these are similar problems, we will show how to solve the problem for one part. The problem becomes the following:

Problem 7: Given vertices u_1, \dots, u_n and for each of the vertices a list of colors $L(u_i) \subseteq [1, n + m - 1]$. Find a permutation p_1, \dots, p_n of the indices $1, \dots, n$ such that $[i, i + m - 1] \subseteq L(u_{p_i})$ for all $1 \leq i \leq n$ or determine that there is no such permutation.

We will construct a bipartite graph F the following way: The left part of the graph will be the vertices u_1, \dots, u_n , the right part will be the vertices g_1, \dots, g_n (where g_i represents the interval $[i, i + m - 1]$). For each $1 \leq i \leq n$ and $1 \leq j \leq n$ we will connect the vertex u_i with the vertex g_j if and only if $[j, j + m - 1] \subseteq L(u_i)$. Fig. 2 illustrates the bipartite graph F .

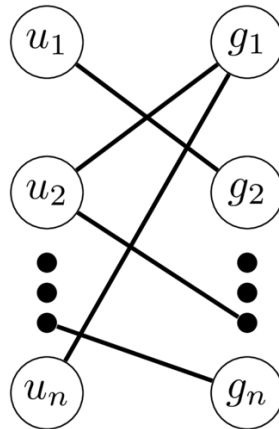


Fig. 2. The bipartite graph F constructed by the vertices u_1, \dots, u_n and the intervals $g_1 = [1, m], \dots, g_n = [n, n + m - 1]$.

If we can find a perfect matching [19] in F , then it is possible to find indices p_1, \dots, p_n such that $[i, i + m - 1] \subseteq L(u_{p_i})$ for all $1 \leq i \leq n$. The edges (u_{p_i}, g_i) , $1 \leq i \leq n$ will be all the edges of the matching.

The complexity of the solution for the Problem 7 will be $O(n^3)$ for finding a perfect matching. Note that for each list $L(u_i)$ we can find in $O(n)$ all the intervals $[j, j + m - 1] \subseteq L(u_i)$ using a sweep line algorithm [20]. For the Problem 7 the complexity of the algorithm will be $O(n^3 + m^3)$.

REFERENCES

1. West D.B. Introduction to Graph Theory. Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
2. Asratian A.S., Kamalian R.R. Interval Colorings of Edges of a Multigraph. *Appl. Math.* 5 (1987), 25-34 (in Russian).
3. Kamalian R.R. Interval Colorings of Complete Bipartite Graphs and Trees. *Preprint of the Computing Centre of the Academy of Sciences of Armenia*. Yer. (1989).
4. Kamalian R.R. *Interval Edge-colorings of Graphs*. Doctoral Thesis. Novosibirsk (1990).
5. Axenovich M.A. On interval colorings of planar graphs. *Congr. Numer.* 159 (2002) 77-94.
6. Kamalian R.R., Petrosyan P.A. A note on interval edge-colorings of graphs. *Math. Probl. Comput. Sci.* 36 (2012) 13-16.
7. Petrosyan P.A. Interval edge-colorings of complete graphs and n-dimensional cubes. *Discrete Math.* 310 (2010) 1580-1587. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.disc.2010.02.001>
8. Petrosyan P.A., Khachatryan H.H., Tananyan H.G. Interval edge-colorings of Cartesian products of graphs I. *Discuss. Math. Graph Theory* 33 (2013) 613-632. Retrieved from <https://doi.org/10.7151/dmgt.1693>
9. Khachatryan H. H., Petrosyan P. A. Interval edge-colorings of complete graphs. *Discrete Mathematics*, 339(9), (2016) 2249-2262. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.disc.2016.04.002>
10. Kamalian R. R., Petrosyan, P. A. On Lower Bound for $W(K_{2n})$. *Mathematical Problems of Computer Science*, Vol. 23, (2004), pp. 127-129.
11. Kamalian R.R., Petrosyan P.A., On interval edge colorings of Harary graphs $H_{2n-2,2n}$. *Mathematical Problems of Computer Science*, Vol. 24, (2005), pp. 86-88.
12. Kamalian R. R., Petrosyan P. A. On Interval Colorings of Complete k-partite Graphs K_n^k . *Mathematical Problems of Computer Science*, Vol. 26, (2006), pp. 28-32.

13. Sahakyan A., Muradyan L. (2021) Interval edge-coloring of even block graphs. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 70, 26-30.
14. Sahakyan A. K., Kamalian R. R. (2021). Interval Edge-Colorings of Trees with Restrictions on the Edges. *Proceedings of the YSU A: Physical and Mathematical Sciences*, 55(2 (255)), 113-122. Retrieved from <https://doi.org/10.46991/PYSU:A/2021.55.2.113>
15. Sahakyan A. K. (2021). Interval Edge Coloring of Trees with Strict Restrictions on the Spectrums. *Science Review*, (3 (38)). Retrieved from https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/30072021/7592
16. Sahakyan A. K. (2021). Edge Coloring of Cactus Graphs with Given Spectrums. *International Academy Journal Web of Scholar*, (2(52)). Retrieved from https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30062021/7617
17. Colbourn, C. J. (1984). The complexity of completing partial latin squares. *Discrete Applied Mathematics*, 8(1), 25-30.
18. Colbourn, C. J. (1983). Embedding partial Steiner triple systems is NP-complete. *Journal of Combinatorial Theory, Series A*, 35(1), 100-105.
19. Kuhn H. The Hungarian Method for the Assignment Problem. *Naval Research Logistics Quarterly* 2 (1955), 83-97.
20. Cormen T. H. *Introduction to algorithms*. Cambridge, Massachusetts; London: The MIT Press. 2009.

MEDICINE

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ ОСТЕОКАЛЬЦИНУ З ГОРМОНАЛЬНО-МЕТАБОЛІЧНИМИ ПОРУШЕННЯМИ ЧОЛОВІКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ОЖИРІННЯ (огляд літератури і власні дослідження)

Ковальчук А. В., к. мед. н., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6591-1460>

Прибила О. В., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2212-1172>

Кушнарєва Н. М., к. мед. н., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5390-6784>

Зінич О. В., д. мед. н., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0516-0148>

Ковальчук В. М., к. мед. н., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2363-7365>

Шишкань-Шишова К. О., ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка НАМН України», м. Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0939-5902>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7690

ARTICLE INFO

Received: 05 August 2021

Accepted: 13 September 2021

Published: 30 September 2021

KEYWORDS

osteocalcin, type 2 diabetes, obesity, insulin resistance, insulin secretion, androgenic security.

ABSTRACT

The bone hormone osteocalcin is formed by osteoblasts and is partially released into the bloodstream during bone resorption, being a biomarker of bone remodeling. Osteocalcin also plays an important role in the endocrine regulation of metabolic and energy processes in the body and in their coordination. Osteocalcin uses a feedback mechanism to regulate insulin secretion, insulin sensitivity of peripheral tissues, and adipokine levels. In general, the secretion of osteocalcin and insulin are important factors in the formation of hormonal-metabolic phenotype, body composition, determination of regional distribution and metabolic activity of both bone and adipose tissue. The aim of this study was to establish the relationship between osteocalcin concentration and hormonal changes in men with type 2 diabetes with and without obesity on the background of involutive changes. Results. 64 men with type 2 diabetes, older than 50 years, were divided into 2 groups by BMI: 1) non-obese, BMI <30 kg / m² (n = 31); 2) -obese, BMI ≥ 30 kg / m² (n = 33). Lower levels of insulin secretion (lower serum C-peptide and insulin levels) were observed in non-obese patients in the absence of a compensatory increase in proinsulin levels. It can be assumed that the increase in the concentration of osteocalcin in group 1 is compensatory, although it does not have a significant effect on blood glucose levels. However, it may have a protective effect on the severity of insulin resistance syndrome and related metabolic disorders. Lower levels of osteocalcin in the obese group were associated with a higher degree of insulin resistance and insulin secretion. There was no significant difference between the two groups in serum proinsulin levels, as well as in androgen supply, which was assessed by the levels of total testosterone, testosterone/estradiol-binding globulin, and free testosterone index. Conclusion. Lower levels of osteocalcin may be a marker of an increased risk of adverse metabolic changes in obese patients with type 2 diabetes, followed by complications compared to non-overweight patients.

Citation: Kovalchuk A. V., Prybyla O. V., Kushnareva N. M., Zinich O. V., Kovalchuk V. M., Shyshkan-Shyshova K. O. (2021) Relationships Between Osteocalcin Level and Hormonal Metabolic Disorders in Type 2 Diabetic Men with Various Degrees of Obesity (literature review and own research). *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7690

Copyright: © 2021 Kovalchuk A. V., Prybyla O. V., Kushnareva N. M., Zinich O. V., Kovalchuk V. M., Shyshkan-Shyshova K. 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.

В останні десятиріччя беззаперечно встановлено, що кістка є ендокринним органом, який впливає на безліч фізіологічних та патологічних процесів шляхом секреції гормонів та відіграє важливу роль у регуляції гомеостазу глюкози, координації вуглеводного, ліпідного та енергетичного обміну [27, 28]. Три основні типи клітин у кістці – остеобласти, остеокласти та остеоцити – утворюють кісткові та секреторні фактори із системною активністю [9, 17, 34].

Кістковий гомеостаз – це динамічний баланс між кісткоутворюючими остеобlastами та резорбційними остеокlastами. Обидва типи клітин експресують рецептори інсуліну, через які інсулін регулює експресію специфічних генів, необхідних для проліферації, виживання та диференціації остеобlastів та остеокlastів [16].

З кісткових гормонів остеокальцин бере найбільш активну участь в ендокринній регуляції метаболічних процесів та відіграє роль у патофізіології дисметаболических станів, таких як цукровий діабет 2 типу (ЦД2) та серцево-судинні захворювання (ССЗ) [8, 33, 35].

Остеокальцин – структурний білок кісткового матриксу, який синтезується остеобlastами і становить близько 25% всіх неколагенових кісткових білків. До кровотоку цей білок надходить в процесі резорбції кісткової тканини. Зміни його концентрації в сироватці крові відображають клітинну активність остеобlastів, тому рівень остеокальцину в сироватці крові вважається маркером формування кістки [4, 17].

Остеокальцин реалізує дві функції: він регулює внутрішні процеси в кістці і зовнішні – у всьому організмі. Підтримання метаболізму глюкози тісно пов'язано з процесом руйнування кісткової тканини. Це друга роль остеокальцину – він стимулює роботу клітин-руйнівників остеобlastів, причому лише в активній, тобто декарбоксілюваній, формі. Зниження концентрації карбоксильованого остеокальцину (Glu-OC) у крові може бути вибірково раннім симптомом інсулінорезистентності при ожирінні, тоді як зниження рівня декарбоксильованого остеокальцину (Gla-OC) пов'язують з появою ранніх маркерів запалення низького ступеня, що супроводжує ожиріння [18, 23].

Позакісткові ефекти остеокальцину охоплюють багато органів-мішеней, включаючи підшлункову залозу, печінку, м'язи, жирову клітковину, центральну та периферичну нервову систему. Остеокальцин регулює секрецію інсуліну, інсуліночутливість периферичних тканин, а також рівні адипокінів, що вказує на взаємозв'язки між кістковою та жировою тканинами [20, 21, 26]. Інсулін та лептин, у свою чергу, впливають на остеобlastи через відповідні рецептори, модулюючи секрецію остеокальцину за механізмом зворотного зв'язку [1]. Виявлено асоціацію між сироватковим рівнем остеокальцину, ожирінням і метаболізмом глюкози. Клінічними дослідженнями зафіксовано, що високий сироватковий рівень остеокальцину асоціювався з наступним покращенням глікемічного контролю і показників варіабельності глюкози під час лікування [3, 4, 7, 24]. Крім того, в мета-аналізі зафіксовано негативну асоціацію індексу маси тіла та окружності талії з рівнем остеокальцину ($r = -0,161$; 95% CI: $-0,197, -0,124$, $p < 0,0001$). Це вказує на те, що ожиріння є небажаним фактором щодо метаболізму кісткової тканини, через зменшення остеокальцину в сироватці крові, а також збільшення С-реактивного протеїну і паратгормону, які сприяють резорбції кісткової тканини [13, 14].

Встановлено, що кількість вісцерального жиру тісно корелює з резистентністю до інсуліну. Хоча резистентність до інсуліну та ожиріння зазвичай існують одночасно, пацієнти з ожирінням можуть залишатися чутливими до інсуліну, за умови низького вмісту вісцерального жиру. Результати спостережень свідчать про те, що саме абдомінальний розподіл жиру, а не

загальна маса жиру в організмі, визначає взаємозв'язок між ожирінням та кістковим метаболізмом [12, 25, 29].

При ожирінні та ЦД2 спостерігається відносно нормальна або навіть підвищена мінеральна щільність кісткової тканини (МЩКТ) [9]. Низка досліджень показали, що ожиріння асоціюється з підвищеним ризиком переломів, а збільшена маса жиру та відсоток жиру в тілі позитивно пов'язані з МЩКТ, тоді як збільшення кількості центрального жиру, навпаки, мало зворотний зв'язок з МЩКТ [35]. Парадокс взаємозв'язку ожиріння, вісцерального ожиріння, щільності кісток та ризику переломів може пояснювати різницю в міцності та якості кісток між резистентними до інсуліну та чутливими до інсуліну особами [6, 11, 19].

Інсулінорезистентні особи з фенотипом ожиріння мають чіткий метаболічно дисфункціональний профіль жирової тканини. Показано, що гени жирової тканини, що регулюють запалення, гіпоксію та утворення позаклітинного матриксу, були підвищені у людей з інсулінорезистентним ожирінням у порівнянні з чутливими до інсуліну особами [5].

В експерименті на тваринах виявлено, що остеокальцин сприяє тестикулярній продукції тестостерону у самців. У людей також спостерігаються статеві відмінності у механізмах взаємозв'язку між більш високим рівнем остеокальцину та кращим метаболічним статусом: якщо у жінок інсулін-сенситизуючий ефект остеокальцину був опосередкований адипонектином, то у чоловіків тестостерон був незалежним предиктором рівня остеокальцину [5].

Отже, згідно з сучасними уявленнями, кістковий гормон остеокальцин може бути суттєвим чинником гуморальної регуляції енергетичних процесів та формування певних конституційних і метаболічних фенотипічних ознак організму, зокрема в аспекті визначення регіональності розподілу та метаболічної активності жирової тканини. Разом з тим, недостатньо вивченими лишаються питання взаємозв'язків між рівнем остеокальцину, як модулятора метаболічних процесів та конституційно-метаболічним фенотипом хворих на ЦД 2 типу.

Мета роботи полягала у встановленні причинного зв'язку між вмістом остеокальцину та гормональними змінами у чоловіків з ЦД 2 типу з ожирінням та без нього на тлі інволютивних змін.

Матеріали та методи.

До дослідження залучено 64 пацієнта чоловічої статі, хворих на цукровий діабет 2 типу, віком більше 50-ти років. Відповідно до Міжнародного Кодексу медичної етики клінічні дослідження проводились за усною згодою пацієнтів після відповідного роз'яснення.

Вміст ОК визначали методом хемілюмінесцентного імунологічного аналізу з використанням парамагнітних часток за допомогою імуноаналізатора "Immulite" (Siemens, Німеччина) (референсні показники 2,0-22,0 нг/мл). Стан вуглеводного обміну визначали за рівнем в сироватці крові інсуліну (3-25 мкОд/л), проінсуліну (0,5-6,1 пмоль/л), С-пептиду (0,81-3,85 нг/мл), глюкози натще (4,1-6,0 ммоль/л) та глікованого гемоглобіну (4,8-5,9%). Ступінь інсулінорезистентності оцінювали за допомогою моделі оцінки базального гомеостазу (НОМА-IR) [31]. Ступінь інволютивних змін оцінювався за показниками загального тестостерону (4,94-32,01 нмоль/л), тестостерон-естрадіол зв'язуючого глобуліну (13,5-71,4 нмоль/л) та шляхом обчислення індексу вільного тестостерону (23-103%).

Індекс маси тіла (ІМТ, кг/м²) розраховували за загальноприйнятими методиками.

Достовірність різниці показників між групами пацієнтів визначали з використанням парного тесту Вілкоксона (Wilcoxon two sample test). Різницю вважали вірогідною при $P < 0,05$.

Результати і їх обговорення.

Обстежені пацієнти були розділені на 2 групи за значенням ІМТ (табл.1):

Група 1 – без ожиріння, з $ІМТ < 30$ кг/м² (n=31);

Група 2 – з ожирінням, з $ІМТ \geq 30$ кг/м² (n=33).

Середній вік пацієнтів, а також стан компенсації ЦД, не мали суттєвої різниці між двома групами ($P > 0,05$).

Отримані дані засвідчили різницю у стані вуглеводного обміну між пацієнтами з ЦД 2 типу з ожирінням та без нього. В групі пацієнтів з ожирінням виявлено достовірно більший, ніж у осіб без ожиріння, ступінь ІР, вищі концентрації інсуліну та С-пептиду в сироватці крові, що відповідає фенотипу з переважанням анаболічних процесів. Разом з тим, в пацієнтів обох груп не спостерігалось значущої різниці в показниках проінсуліну, який, як відомо, може частково компенсувати гіперглікемію [30].

Таблиця 1. Клініко-лабораторні показники у групах чоловіків, хворих на ЦД 2, в залежності від ступеня ожиріння, Медіана [нижній кuartиль – верхній кuartиль]

Показник	Група 1 – без ожиріння ІМТ <30 кг/м ² (n=31)	Група 2 – з ожирінням ІМТ ≥30 кг/м ² (n=33)	P (1-2)
Вік, р.	61 [55-67]	58 [54-63]	> 0,05
Остеокальцин, нг/мл	3,7 [2,5-4,8]	2,8 [2,0-3,6]	<0,01 (0,005)
НОМА-IR	3,45 [2,2-5,4]	5,6 [3,5-8,9]	<0,05 (0,019)
НbA1c, %	8,1 [7,0-9,5]	7,9 [7,0-9,3]	>0,05
С-пептид, нг/мл	1,36 [0,63-2,8]	2,8 [2,02-3,43]	<0,05
Інсулін, мкОд/мл	9,0 [6,4-11,1]	14,7 [10,1-16,5]	<0,05
Проінсулін, пмоль/л	14,41 [7,31- 20,69]	8,07 [6,03-14,1]	>0,05
Тестостерон загальний, нмоль/л	13,9 [10,05-17,7]	10,98 [8,09-16,1]	>0,05
Тестостерон-естрадіол зв'язуючий глобулін, нмоль/л	33,1 [23-60,6]	35,9 [23,7-53,2]	>0,05
Індекс вільного тестостерону, %	26,59 [22,23-42,46]	34,36 [29,93-50,34]	>0,05

P – вірогідність різниці показників пацієнтів з ожирінням та без ожиріння

Концентрація остеокальцину крові у пацієнтів групи 1 була достовірно вища порівняно з показниками групи 2, що може вказувати на більші компенсаторні можливості у хворих за відсутності ожиріння.

Отримані нами дані є відображенням неоднорідності порушень вуглеводного обміну серед чоловіків, хворих на цукровий діабет 2 типу, що й привело до їх фенотипічної різниці. Тобто, серед пацієнтів, що не мають ожиріння, спостерігались більш низькі рівні секреції інсуліну (достовірно нижчий рівень С-пептиду, інсулінемії), за відсутності компенсаторного підвищення концентрації проінсуліну, що з часом приведе до виснаження потенціалу підшлункової залози та необхідності призначення замісної терапії. Можна припустити, що зростання концентрації остеокальцину в групі 1 також носить здебільшого компенсаторний характер, хоча не справляє значних зрушень в глікемії.

Стосовно пацієнтів групи 2 з ожирінням, зважаючи на попередні дослідження, зниження вмісту остеокальцину в крові тісно пов'язано з несприятливими гормонально-метаболічними змінами. Зокрема, за даними літератури, остеокальцин поліпшував метаболізм глюкози в чоловіків через стимуляцію секреції інсуліну, а також мала місце незалежна асоціація рівня остеокальцину з відсотком жиру, рівнем ЛПВЩ, глюкози та інсуліну [25]. В іншому дослідженні у чоловіків відзначено негативну кореляцію сироваткового рівня остеокальцину з ІМТ, діастолічним артеріальним тиском, глікемією натще і постпрандіально. Виявлено негативні кореляційні зв'язки остеокальцину з показниками інсулінемії, НОМА-IR, тригліцеридами, загальним холестеринном і позитивні – з показником функції β-клітин НОМА-β [6].

Враховуючи інволютивні зміни у пацієнтів з цукровим діабетом 2 типу, наступним аспектом наших досліджень було визначення можливого впливу зменшення андрогенного забезпечення на згадані вище особливості вуглеводного обміну. Проте нами не було знайдено суттєвої різниці в рівнях загального тестостерону, тестостерон-естрадіол зв'язуючого глобуліну чи індексу вільного тестостерону незалежно від наявності чи відсутності ожиріння (табл. 1).

Таким чином, саме різниця у суті порушень вуглеводного обміну може бути першопричиною фенотипічних змін пацієнтів, з наступним розвитком ускладнень та перспективою замісної цукрознижувальної терапії. Зокрема, можна спрогнозувати, що саме серед пацієнтів з ожирінням, що страждають на цукровий діабет 2 типу, слід чекати збільшення числа макросудинних уражень, зважаючи на відомий взаємозв'язок між зниженим вмістом остеокальцину та кальцифікацією судин і метаболічними зрушеннями серцево-судинної системи. Розвиток ускладнень серед пацієнтів групи 1 здебільшого буде залежати від своєчасності призначення замісної цукрознижувальної терапії.

Висновки. У пацієнтів чоловічої статі, хворих на цукровий діабет 2 типу, без ожиріння спостерігалось підвищення вмісту остеокальцину, порівняно з особами з ожирінням, що може мати компенсаторний характер, проте не справляє суттєвого впливу на глікемічний контроль. Разом з тим, можливий протективний ефект остеокальцину на вираженість синдрому інсулінорезистентності і пов'язаних з ним метаболічних порушень. Відсутність ожиріння у пацієнтів з ЦД 2 типу не супроводжувалась компенсаторним підвищенням проінсуліну, а також суттєво не підвищувала показники андрогенного забезпечення у чоловіків на тлі інволютивних змін. У той же час, чоловіки з ожирінням, на тлі нижчого рівня остеокальцину, мали більше ознак підвищеного ризику метаболічних ускладнень, серед них більший ступінь інсулінорезистентності, вищий рівень секреції інсуліну.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baldelli R, Coudert AE, Del Fattore A. Editorial: Advances in the Endocrine Role of the Skeleton. *Front Endocrinol (Lausanne)*. (2020) *Front. Endocrinol.*, 11, 591085. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.591085>
2. Bao, Y. Q., Zhou, M., Zhou, J., Lu, W., Gao, Y. C., Pan, X. P., Tang, J. L., Lu, H. J., & Jia, W. P. (2011). Relationship between serum osteocalcin and glycaemic variability in Type 2 diabetes. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 38(1), 50–54. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2010.05463.x>
3. Bao, Y., Ma, X., Yang, R., Wang, F., Hao, Y., Dou, J., He, H., & Jia, W. (2013). Inverse relationship between serum osteocalcin levels and visceral fat area in Chinese men. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 98(1), 345–351. Retrieved from <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2906>
4. Bilotta, F. L., Arcidiacono, B., Messineo, S., Greco, M., Chiefari, E., Britti, D., Nakanishi, T., Foti, D. P., & Brunetti, A. (2018). Insulin and osteocalcin: further evidence for a mutual cross-talk. *Endocrine*, 59(3), 622–632. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12020-017-1396-0>
5. Buday, B., Pach, F. P., Literati-Nagy, B., Vitai, M., Vecsei, Z., & Koranyi, L. (2013). Serum osteocalcin is associated with improved metabolic state via adiponectin in females versus testosterone in males. Gender specific nature of the bone-energy homeostasis axis. *Bone*, 57(1), 98–104. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.bone.2013.07.018>
6. Chen, L., Li, Q., Yang, Z., Ye, Z., Huang, Y., He, M., Wen, J., Wang, X., Lu, B., Hu, J., Liu, C., Ling, C., Qu, S., & Hu, R. (2013). Osteocalcin, glucose metabolism, lipid profile and chronic low-grade inflammation in middle-aged and elderly Chinese. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 30(3), 309–317. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03769.x>
7. Cipriani, C., Santori R., Colangelo, L., Santori, R., Renella, M., Mastrantonio, M., Minisola, S., & Pepe, J. (2020). The Interplay Between Bone and Glucose. *Metabolism Front. Endocrinol.* Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00122>.
8. DeLuccia, R., Cheung, M., Ramadoss, R., Aljahdali, A., & Sukumar, D. (2019). The Endocrine Role of Bone in Cardiometabolic Health. *Current nutrition reports*, 8(3), 281–294. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00286-0>
9. Ehnert, S., Rinderknecht, H., Aspera-Werz, R. H., Häussling, V., & Nussler, A. K. (2020). Use of in vitro bone models to screen for altered bone metabolism, osteopathies, and fracture healing: challenges of complex models. *Archives of toxicology*, 94(12), 3937–3958. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02906-z>
10. Hinton, P. S. (2016). Role of reduced insulin-stimulated bone blood flow in the pathogenesis of metabolic insulin resistance and diabetic bone fragility. *Medical hypotheses*, 93, 81–86. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2016.05.008>
11. Hocking, S., Samocha-Bonet, D., Milner, K-L., Greenfield, J. R., & Chisholm, D. J. (2013). Adiposity and Insulin Resistance in Humans: The Role of the Different Tissue and Cellular Lipid Depots. *Endocrine Reviews*, 34(4), 463–500. Retrieved from <https://doi.org/10.1210/er.2012-1041>
12. Hu, X., Ma, X., Pan, X., Luo, Y., Xu, Y., Xiong, Q., Bao, Y., & Jia, W. (2016). Association of androgen with gender difference in serum adipocyte fatty acid binding protein levels. *Scientific reports*, 6, 27762. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/srep27762>
13. Kord-Varkaneh, H., Djafarian, K., Khorshidi, M., & Shab-Bidar, S. (2017). Association between serum osteocalcin and body mass index: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine*, 58(1), 24–32. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12020-017-1384-4>
14. Kord-Varkaneh, H., Tangestani, H., Mansouri, S., Rahimi-Foroushani, A., & Shab-Bidar, S. (2019). Association of body mass index and waist circumference with osteocalcin and C-terminal telopeptide in Iranian elderly: results from a cross-sectional study. *Journal of bone and mineral metabolism*, 37(1), 179–184. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00774-018-0912-5>
15. Lawler, H. M., Underkofler, C. M., Kern, P. A., Erickson, C., Bredbeck, B., & Rasouli, N. (2016). Adipose Tissue Hypoxia, Inflammation, and Fibrosis in Obese Insulin-Sensitive and Obese Insulin-Resistant Subjects. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 101(4), 1422–1428. Retrieved from <https://doi.org/10.1210/jc.2015-4125>

16. Lee, N. K., Sowa, H., Hinoi, E., Ferron, M., Ahn, J. D., Confavreux, C., Dacquin, R., Mee, P. J., McKee, M. D., Jung, D. Y., Zhang, Z., Kim, J. K., Mauvais-Jarvis, F., Ducy, P., & Karsenty, G. (2007). Endocrine regulation of energy metabolism by the skeleton. *Cell*, *130*(3), 456–469. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cell.2007.05.047>
17. Lin, X., Onda, D. A., Yang, C. H., Lewis, J. R., Levinger, I., & Loh, K. (2020). Roles of bone-derived hormones in type 2 diabetes and cardiovascular pathophysiology. *Molecular metabolism*, *40*, 101040. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2020.101040>
18. Liu, D. M., Guo, X. Z., Tong, H. J., Tao, B., Sun, L. H., Zhao, H. Y., Ning, G., & Liu, J. M. (2015). Association between osteocalcin and glucose metabolism: a meta-analysis. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, *26*(12), 2823–2833. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00198-015-3197-8>
19. Ma, C., Tonks, K. T., Center, J. R., Samocha-Bonet, D., & Greenfield, J. R. (2018). Complex interplay among adiposity, insulin resistance and bone health. *Clinical obesity*, *8*(2), 131–139. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/cob.12240>
20. Mao H, Li L Fan Q, *et al.* Endothelium-specific depletion of LRP1 improves glucose homeostasis through inducing osteocalcin. *Nat Commun.* 2021;12: 5296. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25673-6>
21. Mizokami, A., Yasutake, Y., Higashi, S., Kawakubo-Yasukochi, T., Chishaki, S., Takahashi, I., Takeuchi, H., & Hirata, M. (2014). Oral administration of osteocalcin improves glucose utilization by stimulating glucagon-like peptide-1 secretion. *Bone*, *69*, 68–79. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.bone.2014.09.006>
22. Pourgholaminejad, A., Aghdami, N., Baharvand, H., & Moazzeni, S. M. (2016). The effect of pro-inflammatory cytokines on immunophenotype, differentiation capacity and immunomodulatory functions of human mesenchymal stem cells. *Cytokine*, *85*, 51–60. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2016.06.003>
23. Razny, U., Fedak, D., Kiec-Wilk, B., Goralska, J., Gruca, A., Zdzienicka, A., Kiec-Klimczak, M., Solnica, B., Hubalewska-Dydejczyk, A., & Malczewska-Malec, M. (2017). Carboxylated and undercarboxylated osteocalcin in metabolic complications of human obesity and prediabetes. *Diabetes/metabolism research and reviews*, *33*(3), e2862. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/dmrr.2862>
24. Riquelme-Gallego, B., Garcia-Molina, L., Cano-Ibáñez, N. *et al.* Circulating Undercarboxylated Osteocalcin as Estimator of Cardiovascular and Type 2 Diabetes Risk in Metabolic Syndrome Patients. *Sci Rep* *10*, 1840 (2020). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58760-7>
25. Rui, X., Xu, B., Su, J., Pan, C., Zhan, C., Su, B., Li, H., Wang, J., Sheng, H., & Qu, S. (2014). Differential pattern for regulating insulin secretion, insulin resistance, and lipid metabolism by osteocalcin in male and female T2DM patients. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, *20*, 711–719. Retrieved from <https://doi.org/10.12659/MSM.890130>
26. Saleem, U., Mosley, T. H., Jr., & Kullo, I. J. (2010). Serum osteocalcin is associated with measures of insulin resistance, adipokine levels, and the presence of metabolic syndrome. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *30*(7), 1474–1478. Retrieved from <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.110.204859>
27. Sullivan, T. R., Duque, G., Keech, A. C., & Herrmann, M. (2013). An old friend in a new light: the role of osteocalcin in energy metabolism. *Cardiovascular therapeutics*, *31*(2), 65–75. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1755-5922.2011.00300.x>
28. Tacey, A., Hayes, A., Zulli, A., & Levinger, I. (2021). Osteocalcin and vascular function: is there a cross-talk? *Molecular metabolism*, *49*, 101205. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2021.101205>
29. Tang, A., Coster, A., Tonks, K. T., Heilbronn, L. K., Pocock, N., Purtell, L., Govendir, M., Blythe, J., Zhang, J., Xu, A., Chisholm, D. J., Johnson, N. A., Greenfield, J. R., & Samocha-Bonet, D. (2019). Longitudinal Changes in Insulin Resistance in Normal Weight, Overweight and Obese Individuals. *Journal of clinical medicine*, *8*(5), 623. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/jcm8050623>
30. Then, C., Gar, C., & Thorand, B. (2020). Proinsulin to insulin ratio is associated with incident type 2 diabetes but not with vascular complications in the KORA F4/FF4 study. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, *8*, e001425. doi: 10.1136/bmjdr-2020-001425
31. Wallace, T. M., & Matthews, D. R. (2002). The assessment of insulin resistance in man. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, *19*(7), 527–534. Retrieved from <https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.2002.00745.x>
32. Wei, J., & Karsenty, G. (2015). An overview of the metabolic functions of osteocalcin. *Reviews in endocrine & metabolic disorders*, *16*(2), 93–98. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11154-014-9307-7>
33. Xu, Y., Ma, X., Pan, X., He, X., Xiao, Y., & Bao, Y. (2018). Correlations between serum concentration of three bone-derived factors and obesity and visceral fat accumulation in a cohort of middle aged men and women. *Cardiovascular diabetology*, *17*(1), 143. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0786-9>
34. Zanatta, L. C., Boguszewski, C. L., Borba, V. Z., & Kulak, C. A. (2014). Osteocalcin, energy and glucose metabolism. *Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia*, *58*(5), 444–451. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/0004-2730000003333>
35. Zhang, X. L., Shen, Y., Ma, X. J., Lu, Z. G., Xu, Y. T., Xiong, Q., & Bao, Y. Q. (2019). Low serum osteocalcin levels are correlated with left ventricular systolic dysfunction and cardiac death in Chinese men. *Acta pharmacologica Sinica*, *40*(4), 486–491. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41401-018-0080-0>

MANAGEMENT OF STATUS EPILEPTICUS IN COMATOSE PATIENTS

E. Tstlidze, Neurologist, New Vision University Hospital, Georgia

I. Rukhadze, Neurologist, N. Kipshidze Central University Hospital, Georgia

I. Verulashvili, Neurologist, New Vision University Hospital, Georgia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7691

ARTICLE INFO

Received: 11 August 2021

Accepted: 15 September 2021

Published: 30 September 2021

KEYWORDS

Status Epilepticus, emergency management, non-convulsive Status epilepticus, The EEG and MRI scan monitoring, Convulsive and non-Convulsive types of Status Epilepticus, many co-morbidities, 22 patients, Long-term EEG monitoring, EEG patterns in all cases, super-refractory NCSE, Bilateral periodic discharges, (BPDs), plasma exchange (PE).

ABSTRACT

Among the patients with different types of Epilepsy, there is one of the most dangerous form named - Status Epilepticus, which needs emergency management. Without early response and correct treatment, patient's health condition may become critical up to death. The most difficult treatment of Status Epilepticus is in patients with unknown coma. Under our observation, there were 22 patients with different etiological factors of coma. For clinical observation we used EEG monitoring and MRI scan in dynamics. According the health history of patients, we find out that 9 of them had immunological and unknown disorders causing Status Epilepticus. In three cases, main disease progression was determined without any leader etiological factors, which might cause immunological disorders. In 7 cases, there were non-convulsive Status epilepticus. While all of these patients were under the general anesthesia, we were using anticonvulsive drugs in combination with immunotherapy and hormonotherapy. In two cases, we could not control Status Epilepticus. The EEG and MRI scan monitoring in dynamics shows us that difficulty in control of SE might be caused by exacerbation of the main disease. In conclusion, the acute disorders of central neuron system and early response of critical conditions are very important in correct and high quality management of both: Convulsive and non-Convulsive types of Status Epilepticus.

Citation: E. Tstlidze, I. Rukhadze, I. Verulashvili. (2021) Management of Status Epilepticus in Comatose Patients. *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7691

Copyright: © 2021 E. Tstlidze, I. Rukhadze, I. Verulashvili. 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. Nowadays there are many debates about development and management status epilepticus (SE) in patients with coma. It is especially difficult to treat SE in patients with unknown coma. It is impossible to ascertain final diagnosis in some cases, though we have used different studies. In general, the mortality of SE is about 20 %, but it might be more than 40 % in the elderly with acute symptomatic SE [1-5] and many co-morbidities [6].

Treatment of SE, especially of refractory or super-refractory stages, is almost an “evidence-free zone” [7]. Therefore, each clinical case is important and each clinical data must be discussed.

Methods. There were 22 patients with coma under our observation. All patients were divide in two clinical groups: Patients with different etiological factors (autoimmune, unknown) causing coma- 9 cases were included in the first group. We diagnosed non-convulsive status epilepticus (NCSE) in 4 cases from the first group. 13 patients with traumatic brain injury were included in the second group. In 3 cases of this group NCSE was found. The patients with oncological diseases and secondary brain damages was exclude.

All patient underwent the following studies:

1. Long-term EEG monitoring in dynamics
2. Brain CT or MRT in dynamics
3. Objective neurological status (by GCS)
4. Other basic clinical and Para clinical studies.

Results. In 3 cases of I group NCSE with refractory and super refractory developing was observed and in 2 cases of II group refractory SE was mentioned.

Table 1 shows EEG patterns in all cases of NCSE from both groups.

Table 1. Long-term EEG monitoring shows development NSCE in all cases in dynamic.

Number of patient	GCS	EEG patterns
2	4-6	Lateralized periodic discharges (LPDs)
2	4-5	Bilateral periodic discharges (BPDs)
3	3-4	Generalized periodic discharges (PDs)

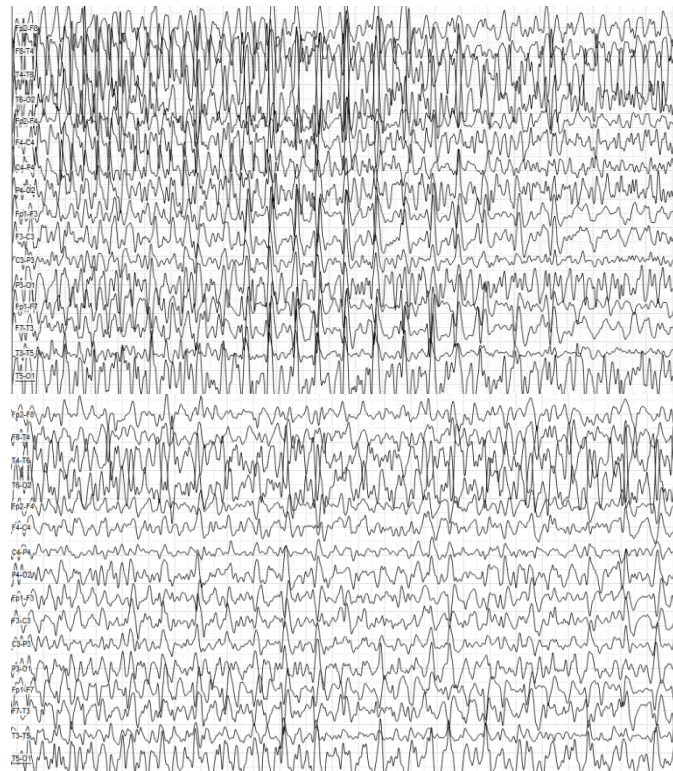


Fig. 1. Precious EEG data. Super-refractory SE.

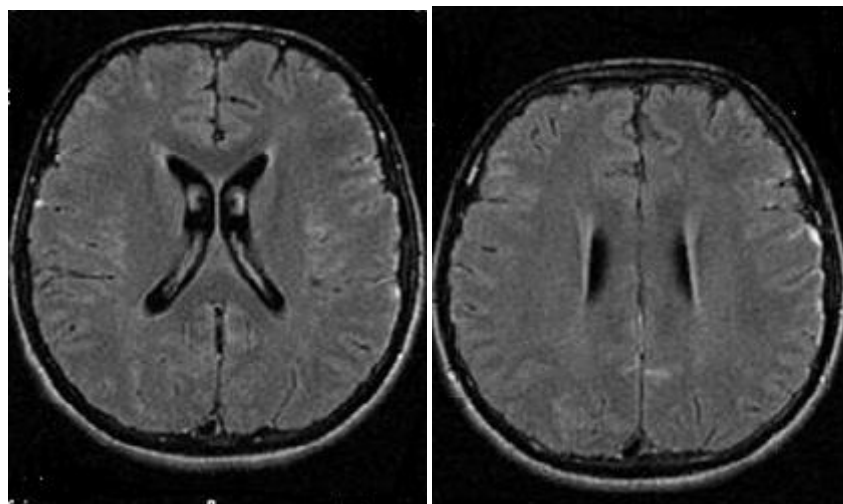


Fig. 2. MRI data of patients with autoimmune encephalitis.

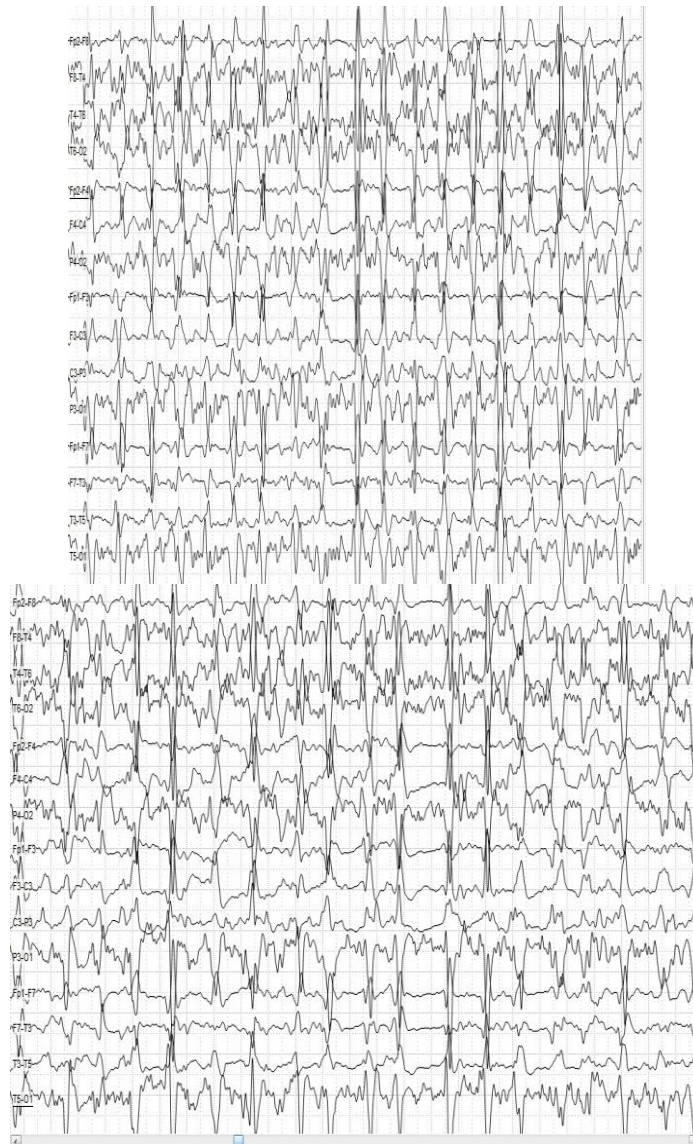


Fig. 3. EEG data of super-refractory NCSE in patients with autoimmune encephalitis (In dynamics).

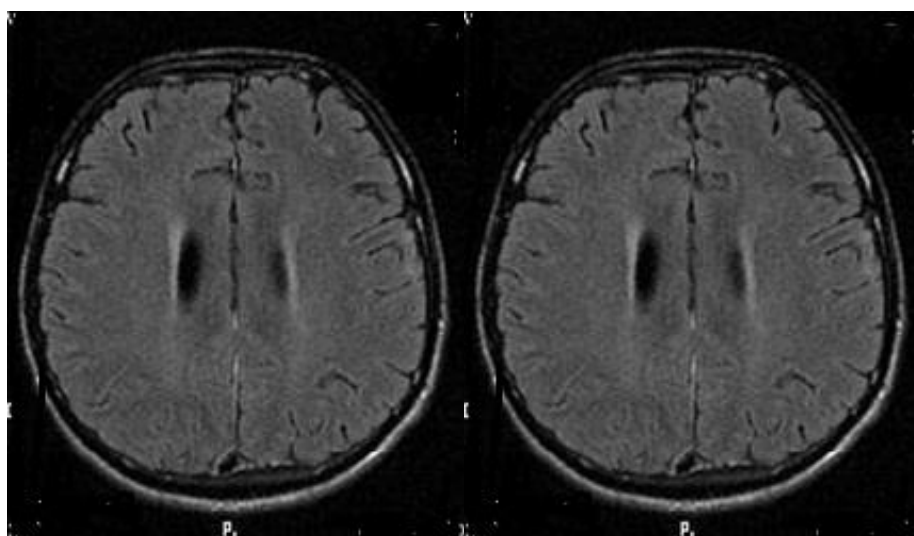


Fig. 4. MRI data in dynamics.



Fig. 5. Patient with a refractory NCSE with Lateralized Periodic Discharges (LPDs).

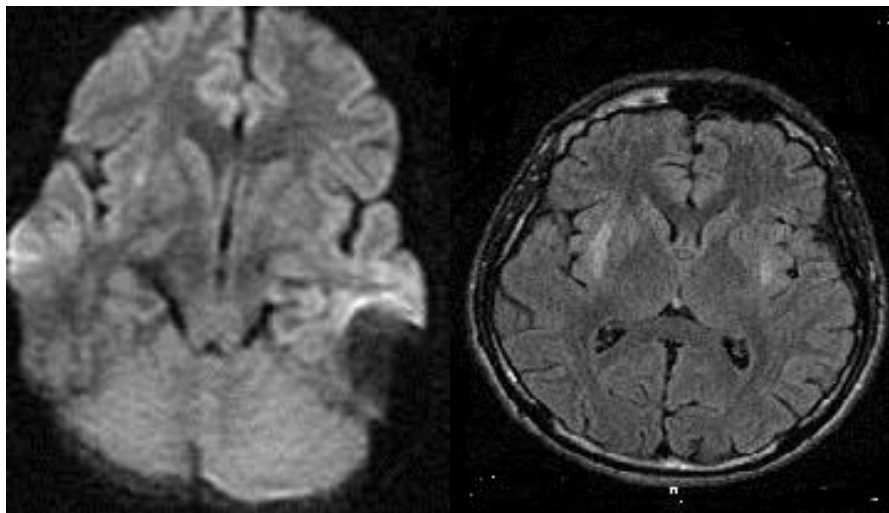


Fig. 6. MRI finding in this case.



Fig. 7. EEG changes in dynamics (without LPDs).

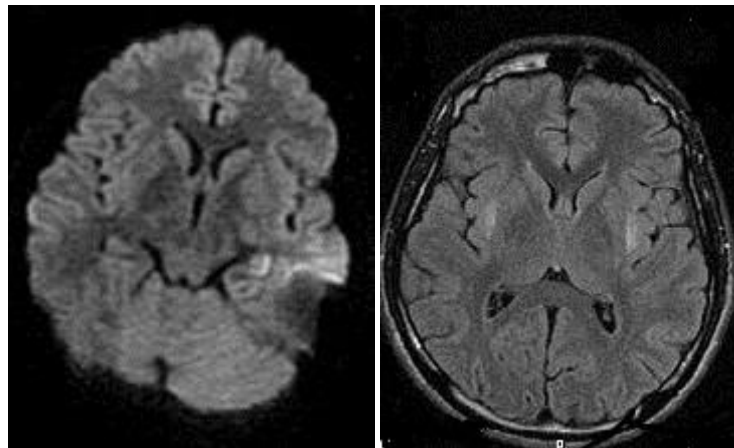


Fig. 8. MRI changes in dynamics.

For management of SE we have used treatment with Valproate Acid (VPA), Levetiracetam (LEV) and Carbamazepine (CBZ) in high doses.

Fig. 1. shows super-refractory SE EEG monitoring findings- Bilateral periodic discharges (BPDs).

Fig. 2. shows MRI finding in this case.

Fig. 4. shows super-refractory SE. In this case, we used VPA, LEV and CBZ together with intravenous Propofol infusion (4 mg/kg/day), pulse corticosteroid therapy with Methylprednisolone, Thiopental and Ketamine infusion –dosage 2.75 mg/kg. (3 days). Super refractory SE was continued. EEG monitoring shows generalized periodic discharges (PDs)-negative dynamics.

In additional we used plasma exchange (PE), intravenous immunoglobulin (IVIG). Regardless of all these EEG dynamics was negative and MRI study revealed negative radiological changes. We have got depressing of brain activity while used Thiopental infusion. We have received maximal depression of brain activity and full control under convulsion. Of course, we have positive MRI dynamics in development of main disease (Fig. 4).

All cases of refractory and super-refractory SE were hard to be managed and prevented from developing severe brain damages. Figures 5, 6, 7, 8 show EEG and MRI data dynamics of refractory NCSE.

Conclusions. Refractory and super refractory NCSE have severe clinical developments. It is difficult to manage each case and it needs treated individually.

Outcome of these cases depends on what is the cause of initial disease and its severeness.

REFERENCES

1. Logroscino G, Hesdorffer DC, Cascino G, Annegers JF, Hauser WA. Time trends in incidence, mortality, and case-fatality after first episode of status epilepticus. *Epilepsia*. 2001;42(8):1031–1035.
2. Logroscino G, Hesdorffer DC, Cascino G, Hauser WA, Coeytaux A, Galobardes B, Morabia A, Jallon P. Mortality after a first episode of status epilepticus in the United States and Europe. *Epilepsia*. 2005;46(Suppl 11): 46–48.
3. Logroscino G, Hesdorffer DC, Cascino GD, Annegers JF, Bagiella E, Hauser WA. Long-term mortality after a first episode of status epilepticus. *Neurology*. 2002; 58(4):537–541.
4. Sokic DV, Jankovic SM, Vojvodic NM, Ristic AJ. Etiology of a short-term mortality in the group of 750 patients with 920 episodes of status epilepticus within a period of 10 years (1988–1997) *Seizure*. 2009; 18(3):215–219.
5. Sutter R, Marsch S, Fuhr P, Ruegg S. Mortality and recovery from refractory status epilepticus in the intensive care unit: A 7-year observational study. *Epilepsia*. 2013; 54(3):502–511.
6. Leitinger M, Holler Y, Kalss G, Rohracher A, Novak HF, Hofler J, Dobesberger J, Kuchukhidze G, Trinka E. Epidemiology-based mortality score in status epilepticus (emse). *Neurocrit care*. 2015; 22(2).
7. Shorvon S, Ferlisi M. The treatment of super-refractory status epilepticus: a critical review of available therapies and a clinical treatment protocol. *Brain*. 2011; 134(Pt 10):2802–2818.

USE OF ESSENTIAL OILS IN MEDICINE AND SPA

Evgeniya Vladeva, Department of Physiotherapy, Rehabilitation, Thalassotherapy and Occupational Diseases, Faculty of Public Health, Medical University of Varna, Bulgaria

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7692

ARTICLE INFO

Received: 08 August 2021
Accepted: 17 September 2021
Published: 30 September 2021

KEYWORDS

essential oils, aromatherapy, spa, alternative medicine, holistic approach.

ABSTRACT

This article is a short historical overview of the use of essential oils and aromatherapy from ancient times until present days. It presents brief characterization of essential oils and the possible ways of application as well as the main methods of their extraction. The focus is on aromatherapy as a main form of essential oil use, the mechanism of action of these oils and the basic biological and physiological effects on the human organism. The main modes of their application are described together with some possible side effects. Special attention is paid to the use of aromatherapy in spa.

Conclusion: Aromatherapy can be used as a means of restoring the balance and harmony between the individuals and the environment they live in by helping the organism with managing the stress.

Essential oils are not panacea, but are an excellent and efficient way of improving the mood, conquering the emotions, and balancing the hormones. There is a need of current and more thorough studies on the effect of essential oils and aromatherapy on the different organs and systems, and in many diseases and functional conditions.

Citation: Evgeniya Vladeva. (2021) Use of Essential Oils in Medicine and Spa. *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7692

Copyright: © 2021 **Evgeniya Vladeva**. 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. Humankind has known the miraculous effects of essential oils since ancient times. The first credible information about extracting essential oils from plants was found on a Sumerian clay tablet dating back to 5000 BC. In ancient Egypt aromatic plant extracts were used to treat body and soul. The Father of medicine – Hippocrates, recommended daily aromatic baths and essential oil massages to his patients. In the Orient – India, China, Japan, and Arabian countries, it is thought that fragrances settle the mind and open the soul. Cave paintings, Egyptian papyri, preserved ancient manuscripts, archeological objects, pyramids with royal burials, the Bible, the Quran, and other sources tell us of the incenses used in the different periods, in different countries and the reason they were used for (1).

In 1928, René-Maurice Gattefossé – a French chemist and perfumer introduced the term “aromatherapy” (literally – treatment with fragrances). His observations proved the impressive curative powers of the oils. In his initial studies using essential oils for perfumes, Gattefossé suffered a work accident. After burning his face and hands during distillation in the laboratory, he soaked the affected area in the nearby jar containing lavender oil and discovered that, in addition to the nearly immediate pain relief, his wounds started healing faster with almost no resulting scars (2). During the 1930s, all progressive clinics in Europe started using essential oils when treating patients with traumas, as well as in cases of some serious conditions, such as tuberculosis, diabetes, etc. (3).

In the 1960s, new scientific evidence on the curative effects of essential oils was added to the basic theories of Hippocrates, Galen, and Avicenna. Nowadays, about 2500 different types of essential oil producing plants have been studied. We are at the third millennium AC. The rich experience in the sphere of aromatherapy acquired during different periods of human history has a global nature. All nations around the world have contributed to the development of this field of medicine. The history of aromatherapy has become part of human culture. Its centuries-old traditions are based on the unity

between humans and nature. The ancient experience in using plant essential oils helps the current generation understand the present by studying the past (1).

Definition. Essential oils are various volatile mixes of plant origin, which possess a specific smell and are part of the non-nitrogenous chemical compounds. The major part of the essential oil components consists of carbon, hydrogen, and oxygen, and the most common components are turpentine and their oxygen derivatives. They are almost always denser or thinner liquids, soluble in alcohol, hydrogen sulfide, fats, and nearly insoluble in water.

Based on their properties and chemical nature, essential oils are starkly different from plant fats and oils in that they evaporate at normal temperature and do not leave stains on fabrics and paper.

The essential oil content in the fresh green parts of plants does not exceed 1%, and in seeds it may reach 10%. The amount of essential oils in plants varies from barely detectable traces to 2–3%, rarely more. Even the different parts of the same plant have different essential oil content. The accumulation of oils and their quality are influenced by the vegetation stage, the humidity, climate, soil, the hours of gathering the materials, etc. (1).

Methods of Essential Oil Production.

Method of *steam distillation* (leaves, flowers, grass, roots, coniferous matter, moss): This is the most common method. Steam distillation is based on evaporation and the subsequent condensation of the liquid vapors, and the ability of water vapor to enter into essential oils.

The method of *mechanical expression* is used in cases when the raw material has a high essential oil content, e.g. citrus fruits. Citrus essential oil is extracted by cold pressing or centrifuging.

The method of *maceration* is used in the processing of aromatic flowers. The essential oil is extracted with fat or neutral oil heated to 60-70°C.

Method of *extraction*: an organic solvent with a low boiling point is used for the essential oil extraction, e.g. petroleum ether, ethanol, etc. After that, the solution containing the extracted oil and aromatic compounds is strained and the solvent is distilled. The remainder consists of the essential oil mixed with resins and waxes. The product is called an extract.

The method of *absorption or enfleurage* does not use heating and is applied in some types of flowers: roses, jasmine, tuberose, etc., which after picking, in varied amount of time, produce essential oils again. It is based on the ability of fats and fatty oils to absorb essential oils. With this method, the flower petals, after picking, are arranged on a thin layer of pork or beef fat. The petals are left for 24-72 hours after which they are replaced by fresh ones. When the fat is maximally saturated with essential oil, it is washed with alcohol in order to make the aromatic products soluble. Then the alcohol is evaporated and the absolute is left behind.

Cold pressing is used mainly to extract essential oils from the bark or fruits of plants. This is how grapefruit, orange, lemon and bergamot oil are obtained (4).

The global production of essential oils amounts to 4.5 million kilograms annually. The average yield of essential oil from raw materials is 1.5%.

Bulgaria has serious traditions in the cultivation of various essential oil plants. During the recent years, under the influence of the globally increasing demand, there has been an increase in the cultivated land both for the more common plants, such as the damask rose, lavender, coriander, as well as for the less common ones - peppermint, lemon balm, fennel, etc. Bulgarian rose oil possesses unique and traditional fragrance, and has long been known in many parts of the world. In the recent years Bulgaria has become a world leader in the production and trade with lavender oil (5).

Essential Oil Use.

Essential oils can be used internally and externally.

External use. The oldest way of using essential oils is diffusion. Nowadays, essential oil vapors are used. They can be obtained from aroma vials or materials, which can be saturated with essential oils - spruce branches, dry flowers, fabric, aromatic wax, etc. Another type of external application are the cold or warm inhalations, cold or warm packs, gargle or mouthwashing. The aromatherapy massage usually uses essential oils diluted with carrier oils. There are a variety of ways for the external use of essential oils in spa.

Internal use. The internal use of essential oils started in France. Many researchers think that, applied under doctor's observation and in controlled quantities, essential oils taken internally can be exceptionally efficient (6,7). It is important to know that for internal application only 100% pure essential oils are used. The risks must be taken into consideration. They can be rare allergic reactions,

overdose, poor quality of the compound or overestimation of the efficiency (7). In Great Britain, many aromatherapists think that aromatic oils are not safe when used internally. This mode of application with therapeutic purpose requires more attention than people realize. According to Tisserand "... only practitioners, who are qualified to establish a diagnosis, trained in weighing the risks against the benefits, and familiar with the pharmacology of the essential oil, should prescribe essential oils for oral use" (8).

Aromatherapy. Aromatherapy is one of the main sections of the science of oleoetherology, which deals with essential oils. Aromatherapy is treatment with scents or fragrances, and has the privilege to simultaneously be one of the most ancient and most recent therapeutic approaches. Aromatherapy can be defined as the use of essential oils for the improvement of health, well-being, and hygiene (9). It uses concentrates extracted from plants called essential oils, which are natural chemical compounds, complex and highly volatile, characterized by a strong smell and produced as secondary metabolites of aromatic plants (10). The essential oils in aromatherapy are complex products, which contain on average around 100 or more chemical compounds, some of which in minute quantities. Each one of these components has an elaborate effect on the organism (11). Essential oils act on different levels influencing the functions of the respiratory, nervous, digestive, excretory, reproductive system, etc.

The effect of essential oils on the organism depends on their application – inhalation, oral intake or through the skin. When the contact is via inhalation, the molecules of essential oils stimulate the olfactory nerves, which are directly connected to the limbic system (2), which is responsible for emotions, feelings, and motivational impulses. The "olfactory memory" is a result of an identifying olfactory process, a specific scent, which is associated with different memories triggered by the limbic system.

Although the physiological mechanism of action of essential oils, hence aromatherapy, has not been fully established, it is thought that their molecules stimulate neurotransmitters, such as enkephalin and endorphins, which have an analgesic effect and create a feeling of wellness and relaxation (12).

Research shows that the stimulation of the sense of smell causes immediate changes in physiological parameters such as blood pressure, pulse, muscle tonus, pupil dilation, body temperature, blood circulation, and brain activities (13).

When the molecule of the essential oil is inhaled, it reaches the airways, where it is absorbed by the pulmonary blood vessels and then spread within the body via the blood circulation and tissues. When applied on the skin, the molecules penetrate through the skin and mucosa, where they are absorbed and distributed in the body tissues through the blood circulation. With oral intake, the entering of molecules is via the intestinal mucosa, wherefrom they reach the circulatory system and are distributed within the body (8).

Essential oils have valuable biological and physiological properties. They suppress the development of microorganisms (14), stimulate tissue regeneration, stimulate the immune processes in the organism, improve the circulation, decrease muscle pressure and edemas, can have a diuretic effect, improve sleep quality, or make one feel refreshed or relaxed (15, 16, 17). Many authors highlight the proved analgesic effect of essential oils (18, 19, 20). Aromatherapy has a beneficial effect in conditions related to stress, premenstrual syndrome, depression, digestive disorders, infections, migraines, and skin problems. Even a minimal concentration of essential oil vapors in the air can lead to tangible changes in the body (21).

Aromatherapy can be used as a means of recovering the balance and harmony between the individuals and the environment they live in by helping cope with stress.

Despite the number of studies proving the beneficial effects of essential oils, there is also a certain dose of skepticism in regard to their efficiency (22).

Energy measurement of essential oils have been conducted using Raman spectroscopy (23), which is based on the frequency of a monochromatic light source. These studies support the hypothesis for the existence of energy in essential oils by suggesting that these plant concentrates can act in compliance with the energy models of the organism, or change them.

Essential oils are dynamic. Strongly sensitive to the way of preservation, entering the body they have their effect, remain there about 3-4 hours after which are eliminated, unlocking the recovery process, which can take from several days to a week.

There are three main ways of applying essential oils in aromatherapy:

- Holistic aromatherapy where the goal of the treatment is to achieve a harmonic balance between body, mind, and spirit (24).

- Medical (clinical) aromatherapy where essential oils are taken orally and are prescribed by a doctor. The method was best developed by the aroma school of Dr. Valnet according to which essential oils possess healing properties, which must be controlled. In addition, they enhance the effect of synthetic medicaments (25).

- Esthetic aromatherapy – the use of essential oils in beauty salons and spas.

Aromatherapy and Spa.

Nowadays, spa centers are a place where everyone can find a cure for the mind, body, and soul. People visit spas to maintain a good shape, manage stress, find calmness, health, wellness, or just for pleasure. Spas offer a large variety of methods – traditional and contemporary, Eastern and Western, with the aim of satisfying the variety of needs of their clients (26).

The use of essential oils is widely spread in spa centers. Fragrances play a key role in spa both in the form of procedures and to add a scent to a room by using products and oils with aromatic characteristics.

In order to add scent to certain rooms, the most commonly used sources are aroma lamps. Aroma lamps are suitable for spaces such as hammam, laconium, caldarium, where the heat is dry and does not exceed 40-45°C. The relaxation takes place on warmed benches with the main effect being removing toxins from the body via sweating. Therefore, it is suitable to use essential oils with calming effect – lavender, peppermint, eucalyptus.

The use of aroma lamps in massage rooms should be in accordance with the procedure, which takes place, its duration, and the individual preferences of the client.

In order to add scent to a sauna, 5-10 drops of essential oil are added to a wooden bucket full of water, which is poured on the hot stones at certain time intervals. Eucalyptus or peppermint oil are the most commonly used ones due to their bronchodilating effect.

Scenting a steam bath is done by adding essential oil to the water in the steam generator – aroma steam bath.

A key moment is the use of essential oils during a massage – a method known for millennia. Both 100% pure essential oils as well as essential oil mixed with carrier oil can be used. Most frequently, a mix of a carrier and several essential oils is used. Carrier oils are extracted from the most fat-saturated parts of the plant, such as kernels and seeds. They are used to dilute essential oils, which may sometimes irritate the skin if applied in a concentrated form (9). Carrier oils have a structure similar to the human fatty tissue and are absorbed easily. They help the skin absorb the otherwise difficultly penetrating essential oils. They are obtained by cold pressing. Such are almond, argan, cocoa, apricot, jojoba, shea, and linseed oils among others (27).

In spa, essential oils can be used in various body therapies – exfoliation, moisturizing facial mask, and relaxing massage.

The oils can also be part of a foam massage. Several drops of essential oil are added to foam from scentless African black soap. The foam deep cleanses the skin while the oil moisturizes, improves circulation, stimulates regeneration and acts as a relaxant for the senses.

Aromatherapy baths should not be overlooked. Depending on the oil diluted, they can have relaxing, energizing or generally calming effect. The therapeutic effect of aromatic baths is due to the stimulation of skin receptors by essential oils. The components of these compounds penetrate the skin, enter the circulation, and have a reflective and humoral effect (1).

It is possible to mix essential oils with sea salt or mineral water, therapeutic mud, and algae, where the oil effects are combined with the specific or non-specific effect of the therapeutic procedures. Due to their easy penetration through the skin and their reflective effect, aromatic plant compounds, in a combination with natural factors, have not only a general effect on the body, but also influence the cardiovascular and central nervous systems, the endocrine and immune systems because of their multicomponent composition and multipurpose effect (1).

Side Effects of Essential Oil Use.

Side effects are rarely observed in routine aromatherapy. However, when improperly used, adverse effects may occur. Here as well applies the rule – “the dose makes the medicine.” The prolonged use of essential oils in high concentrations may lead to adverse reactions in the organism. For example, taken in high doses, saffron can cause vomiting and diarrhea. Marjoram oil has a potent spasmolytic effect but in large doses can become a narcotic substance. A similar effect can be observed in overdosing with anise, peppermint and oregano oil. The possibility of allergic reactions

and skin irritations is not excluded. Therefore, essential oils must be applied with care and should not be taken randomly and for long periods of time. The specific use of the essential oils, as well as the individual approach to each client or patient depending on the age, physical condition and psychoemotional status should be taken into consideration. The use of essential oils must not be something that a person is afraid of, but safety when using these oils is important (28, 29).

Conclusions. Humankind has known the miraculous properties of essential oils since ancient times. Aromatherapy is one of the main sections of oleoetherology, which deals with essential oils. Aromatherapy consists of treatments with scents and fragrances and has the privilege of being simultaneously one of the most ancient and most modern therapeutic methods. Essential oils have valuable biological properties. They stimulate tissue regeneration, the immune processes in the organism, improve circulation, decrease muscle pressure and edemas, improve sleep quality, and have a refreshing and relaxing effect. Aromatherapy can be used as a means of recovering the balance and harmony between the individuals and the environment they live in by helping manage stress. The use of essential oils in spa centers is very popular. Fragrances play a key role in spa both in the form of procedures and to add a scent to a room by using products and oils with aromatic characteristics. Despite the low risk of side effects, prolonged use of essential oils in high concentrations may lead to adverse reactions in the organism. Therefore, essential oils must be used with care and not taken randomly and for long periods of time. They are not a panacea but an excellent and effective way to make our life easier, improve our mood, control our emotions and balance our hormones.

There is a need of current and more thorough studies on the effect of essential oils and aromatherapy on the different organs and systems, and in many diseases and functional conditions.

REFERENCES

1. Николаевский, В. 2000. "Ароматерапия. Справочник". Медицина
2. Walters C. 1998. *Illustrated elements of aromatherapy*. New York: Metro Books.
3. Gnatta J., Kurebayashi L., Turrini R., Paes da Silva M. 2016. "Aromatherapy and nursing: historical and theoretical conception." *Rev. esc. enferm. USP vol.50 (1)*.
4. Forbes, R.J. 1970. *A short history of the art of distillation*.
5. Retrieved from <https://www.mzh.government.bg>.
6. Reis D, Jones T. 2017. "Aromatherapy: Using Essential Oils as a Supportive Therapy." *Clin J Oncol Nurs*. 2017; 21(1) 16-19.
7. Steflitsch W. 2017. "Aromatherapy - From Traditional and Scientific Evidence into Clinical Practice." *Dtsch Med Wochenschr*. 2017 142(25) 1936-1942.
8. Tisserand R., The art of aromatherapy. 2nd ed. Saffron Walden: CW. 2004. *The art of aromatherapy*. 2nd ed. Saffron Walden: CW.
9. Tisserand R. Young R. n.d. *Essential Oil Safety*. 2013: Churchill Livingstone.
10. Smith MC, Kyle L. 2008. "Holistic foundations of aromatherapy for nursing." *Holist Nurs Pract*. 22(1) 3-9.
11. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. "Biological effects of essential oils - a review. ." *Food Chem Toxicol*. 46(2) 446-75.
12. Corazza S. 2002. *Aromacologia: uma ciência de muitos cheiros*. São Paulo: SENAC.
13. Kamkaen N, Ruangrunsi N, Patalung NN, Wathanachaiyingcharoen R. 2015. "Physiological and psychological effects of lemongrass and sweet almond massage oil." *J Health Res*. 29(2) 85-91.
14. Dorman HJ, Deans SG. 2000, 88(2). "Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. ." *J Appl Microbiol*. 2000 308-16.
15. Петровски С., Стоянов С. 2005. *Етерични масла и приложението им в медицината*. София: Пъблишсайсет-еко.
16. Hwang E., Shin S. 2015. "The Effects of Aromatherapy on Sleep Improvement: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis." *rn Complement Med*, 21 (2) 61-8 .
17. Tisserand R. The art of aromatherapy. 2nd ed. Saffron Walden: CW. 2004. *The art of aromatherapy*. 2nd ed. Saffron Walden: CW.
18. Tanvisut R, Trairisilp K, Tongsong T. 2018. "Efficacy of aromatherapy for reducing pain during labor: a randomized controlled trial." *Arch Gynecol Obstet*. 297(5) 1145-1150.
19. Nasiri A, Mahmodi M.Z, Nobakht Z. 2016. "Effect of Aromatherapy Massage With Lavender Essential Oil on Pain in Patients With Osteoarthritis of the Knee: A Randomized Controlled Clinical Trial." *Complement Ther Clin Pract*, 25, 75-80 .
20. Денкова Р., Денков В. 1999. *Наръчник по ароматотерапия*. София: Емас.
21. Пашкулев Д. 2008. "Хранителни и лечебни растения в спорта – широкоспектърни приложни аспекти." *Медицина и спорт*.

22. Smith MC, Kyle L. 2008. "Holistic foundations of aromatherapy for nursing. ." *Holist Nurs Pract.* 22(1) 3-9.
23. Nasiri A, Mahmodi M.Z, Nobakht Z. 2016. "Effect of Aromatherapy Massage With Lavender Essential Oil on Pain in Patients With Osteoarthritis of the Knee: A Randomized Controlled Clinical Trial." *Complement Ther Clin Pract* , 25, 75-80 .
24. Dechen C. 2018. *Harmonized Aromatherapy for Seasonal Wellness* . CreateSpace.
25. Valnet, J., and R., Tisserand. 1990. *The practice of aromatherapy: A classic compendium of plant medicines & their healing properties*. Rochester: Healing Arts Press.
26. Vladeva E, et al. 2016. "Spas and Wellness – a New Philosophy for Harmony in Life." *Scripta Scientifica Salutis Publicae*, vol. 2, No. 2, 50-54.
27. Keay P. 2008. *Aromatherapy Recipes Using Pure Essential Oils*. Penny Keay.
28. Worwood V. 2016. *The Complete Book of Essential Oils & Aromatherapy*. New World Library.
29. Рима̀н, Даниел. 2004. *Библия на ароматерапията*. София: Хермес.

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІКИ СПОРТИВНИХ РУХІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ І З УРАХУВАННЯМ СИЛИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ

Ю. В. Близнюк, Харківська державна академія фізичної культури, Україна

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092021/7693

ARTICLE INFO

Received: 09 August 2021
Accepted: 20 September 2021
Published: 30 September 2021

KEYWORDS

nervous system strength, motor technique, tapping test.

ABSTRACT

Improving the efficiency of the exercise training process continues to be an important task in all sports. For several years, practical material on the use of non-traditional methods of forming the technique of sports movements in different sports in athletes with different strength of the nervous system in relation to excitation was collected and summarized. A total of 495 athletes aged 11-13 took part in the research. They were divided according to the strength of the nervous system into 3 groups: "strong", "medium" and "weak". For this purpose, the most accessible and objective methods were used: motor technique, tapping test, noise immunity test.

It was found that in most cases, athletes of the strong type with greater success mastered the material in the process of problem-based learning, "weak" - when using the reproductive method, and "average" in all cases showed approximately the same results.

The process of formation of technique in athletes with different strength of the nervous system proceeds differently. Regardless of the method, strong boys learn more slowly. The dynamics of change in their indicators indicates that the greatest success comes in the first lessons, when there is a mastery of the temporal characteristics of exercise. It is noticed that "strong" in the conditions of application of a game method feel more confident and show higher results, than others.

Citation: Bliznyuk Yu. V. (2021) Features of the Process of Forming the Technique of Sports Movements with the Use of Different Training Methods and Taking into Account the Strength of the Nervous System of Young Athletes. *World Science*. 9(70). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30092021/7693

Copyright: © 2021 **Bliznyuk Yu. 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.

Підвищення ефективності процесу навчання техніці фізичних вправ продовжує залишатися важливою задачею в усіх видах спорту. Справді величезні резерви ефективності процесу формування спортивної техніки включають у собі врахування властивостей нервової системи юних спортсменів. Проте, аксіоматичне для великого спорту положення про залежність ефективності даного процесу від індивідуальних особливостей нервової системи не стало ще надбанням численної армії тренерів, що працюють у нижчих ланках багаторічного вдосконалення спортсменів. В кращому випадку на тренуваннях спортсменів масових розрядів враховуються їх статеві, вікові та функціональні особливості. Але і в спеціальній літературі диференційоване навчання спортивним рухам розглядається повсюдно в такому ж ракурсі, і лише в деяких роботах (здебільшого з психології) індивідуальний підхід розглядається також і з точки зору співвідношення між здатністю швидко і якісно опанувати нові спортивні рухи і індивідуальними властивостями нервової системи спортсменів.

Протягом декілька років збирався і узагальнювався практичний матеріал з застосування нетрадиційних методів формування техніки спортивних рухів в різних видах спорту у спортсменів з різною силою нервової системи відносно збудження. Всього в дослідженнях прийняли участь 495 спортсменів віком 11-13 років. Їх було поділено за силою нервової системи на 3 групи: «сильних», «середніх» і «слабких». Для цього були використані найбільш доступні і об'єктивні методики: рухова методика [6, 7], теплінг-тест [4], проба на перешкодостійкість [3].

Властивість нервової системи – сила у відношенні до збудження була взята в якості фактора індивідуалізації за тієї причини, що вона є більш стійкою, генетично зумовленою і менш ніж інші підлягає віковим змінам [5, 7].

До нетрадиційних методів формування техніки спортивних рухів можна віднести безліч таких, що не застосовуються в навчально-тренувальному процесі, або застосовуються вкрай рідко. Ми використали проблемне навчання [1], один з варіантів ігрового методу, метод взаємонавчання і два методи, які включають в собі елементи репродуктивного і проблемного навчання [2].

В даному випадку дослідження проводилося в трьох навчально-тренувальних групах першого року підготовки з плавання. Рівень оволодіння технікою вправ визначався за допомогою спеціально розробленого тестового завдання. При цьому враховувався час його виконання, кількість припущених помилок, кількість виконаних рухів (частота) і оцінка за техніку, яку виставляли 4 експерти з числа студентів-практикантів спортивного вузу. Для об'єктивізації оцінки і урахування помилок були розроблені спеціальні шкали, що дозволяли пред'являти однакові вимоги до всіх спортсменів.

Тестове завдання виконувалося на початку, в середині і наприкінці дослідження, яке продовжувалося 3 місяці, що дозволило простежити не тільки приріст показників, але і їх динаміку. В ході досліджень аналізувалися різноманітні поєднання методів навчання з типами нервової системи спортсменів. Переважну кількість (близько 80% від загального числа тих, хто випробовувався) склали спортсмени с середньою нервовою системою, а в групах «сильних» і «слабких» налічувалося приблизно однакове число дітей. Це типова картина для будь-якої середньостатистичної групи людей, розподілених за ознакою сили нервової системи у відношенні до збудження. [8].

В процесі дослідження були проведені три серії експериментів. В першій серії порівняння ефективності репродуктивного методу з ігровим і проблемним навчанням виявило, що репродуктивний (традиційний) метод більш всього підходить «слабким»; при проблемному навчанні всі спортсмени демонстрували приблизно однакові результати з усіх показників; те ж відбулося і з тими, хто навчався за ігровою методикою (табл.1). Крім того, вірогідно встановлено, що проблемне навчання за своєю ефективністю має незаперечну перевагу над іншими методиками.

Інша група спортсменів в даному експерименті навчалася, чергуючи через кожні два тренування вищенаведені методики в різній послідовності. В результаті аналізу отриманих даних виявилось, що вірогідних відмінностей в ефективності навчання між групами, що застосовували цей «вінегрет», немає. Аналіз динаміки результатів тестування у спортсменів з різною силою нервової системи показав, що при переході від репродуктивного методу до ігрового, у всіх них спостерігається скорочення часу на виконання тестового завдання і зниження оцінки за техніку. При переході від репродуктивного методу до проблемного навчання відбувається зворотне явище: збільшення часу і підвищення оцінки. Коли за ігровим методом іде проблемне навчання, кращих показників домагаються «сильні», а «слабкі» більш успішні при зворотньому чергуванні. Це дозволяє припустити, що для «сильних» більш прийнята така побудова навчання, при якій спочатку робиться акцент на оволодінні часовими характеристиками вправ (що відповідає змісту ігрового методу) з подальшим поступовим зміщенням акценту на оволодіння просторовими і просторово-часовими характеристиками вправи, що вивчається (це відповідає змісту проблемного навчання). «Слабкі» ж схильні на початковому етапі навчання до роботи, пов'язаної з оволодінням просторових і просторово-часових характеристик рухових дій.

Було також встановлено, що «середні» мають однакові успіхи при виконанні вправ за будь-якої з методик, але їхні результати є також середніми в порівнянні з іншими типологічними групами.

Таблиця 1. Показники успішності навчання в умовах застосування різних методів

Показники	Умови реєстрації	Методи навчання								
		Репродуктивний n=19			Проблемний n= 18			Ігровий n=16		
		\bar{X}	p	δ	\bar{X}	p	δ	\bar{X}	p	δ
Час (с)	Висхідні	13.84		1.82	13.46		1.01	13.84		2.22
	Кінцеві	12.03		3.03	12.0		0.58	12.53		1.78
	Різниця	1.82	≤	0.05	1.46	≤	0.001	1.31	≥	0.05
Оцінка (бал)	Висхідні	10.15		1.57	9.94		1.21	10.53		1.65
	Кінцеві	12.17		1.86	13.50		1.33	12.38		2.36
	Різниця	2.02	≤	0.001	3.56	≤	0.001	2.05	≥	0.05
Помилка (кількість)	Висхідні	0.52		0.60	0.26		0.36	0.45		0.46
	Кінцеві	0.17		0.24	0		0	0.45		0.62
	Різниця	0.35	≤	0.001	0.26	≤	0.01	0	≥	0.05

В другій серії експериментів досліджувалася ефективність все того ж репродуктивного методу, проблемного навчання і двох різновидів методик, які сполучають в собі елементи вищезазначених методів. На практиці це мало вигляд застосування на одному занятті такої методики, що спочатку спантеличувала спортсменів, а потім викладала перед ними всю інформацію про те, що і як треба зробити (проблемно-репродуктивна методика). Інша методика припускала спочатку видачу готового до виконання матеріалу і створення по ходу його вивчення проблемних ситуацій (репродуктивно-проблемна методика).

Експеримент показав перевагу останньої методики над першою, але все ж проблемне навчання і тут виявилось найбільш ефективним для всіх, хто випробовувався в загальній масі. В цілому, в цих дослідженнях підтвердилися результати, отримані в першій серії експериментів (табл.2). Так, «слабкі» найбільш успішно навчалися з використанням традиційного методу, «середні» скрізь виявлялися середніми, а «сильні» досягали найбільших успіхів в так званій «репродуктивно-проблемній методиці».

Проблемне навчання, хоч воно і є самим ефективним, все ж має і недоліки. Так, випробувані, що навчалися за цією методикою, постійно відставали щодо часу виконання тестового завдання, і лише на останньому занятті змогли показати найвищий результат, що свідчить про труднощі в застосуванні даної методики і тягне за собою більш тривале формування рухових вмінь і навиків і що підтверджується дослідженнями Ю.К. Бабанського [1].

Аналіз динаміки показників оволодіння вправами, що вивчалися, показав, що повільніше ніж у всіх формування рухового навичку протікає у «сильних» спортсменів незалежно від методики навчання, що застосовується. Було також виявлено, що часові характеристики рухів у всіх спортсменів формуються значно раніше, ніж просторові і просторово-часові. Під час іспитів у всіх дітей, незалежно від методики навчання, що застосовувалась, спостерігалось зростання всіх показників опанування тестовою вправою перших трьох занять, після чого спостерігався тривалий застій. Це свідчить, за нашою думкою про те, що спортсмени досить легко схоплюють основу (ведуча ланка) рухової дії, і тому початкова фаза її становлення за своєю тривалістю виявляється більш короткою ніж наступні.

В третій серії експериментів досліджувалася ефективність застосування методу взаємонавчання і проблемного навчання. Найбільш контрастними виявилися результати оволодіння вправами в групі «сильних» спортсменів. Вони продемонстрували найгірші серед усіх показники при проблемному навчанні і найвищі серед всіх при застосуванні взаємонавчання.

Найбільш успішно проблемне навчання протікало у «слабких». Ці результати не погоджуються з результатами перших двох серій експериментів, але в даному випадку вірогідних змін а ні в жодному з показників в обох типологічних групах не відбулося. Тільки «середні» спортсмени домоглися вірогідного поліпшення результатів за показниками часу і кількості помилок. Метод взаємонавчання дозволив всім, хто випробовувався, прийти до кінця експерименту з досить високими результатами, але і тут «середні» змогли вірогідно зменшити і час виконання тестового завдання і кількість помилок, а «сильні» і «слабкі» – тільки час.

Підводячи підсумки зробленої роботи, можна зробити висновок, що процес початкового навчання буде більш ефективним при комплексному використанні як нетрадиційних, так і традиційних методів. Помічено, що застосування елементів проблемності і взаємонавчання на перших заняттях ускладнюють оволодіння основами техніки, а традиційна методика порівняно швидко вирішує поставлену задачу. В подальшому методи, що активізують пізнавальну діяльність, виявилися більш діяльними і дозволили спортсменам, що навчалися в умовах їхнього застосування, значно випередити своїх однолітків, що займалися за традиційною методикою.

Таблиця 2. Показники успішності навчання в умовах застосування різних методів

Показники	Умови реєстрації	ГРУПИ								
		Репродуктивно-проблемна X δ n=21		Проблемно-репродуктивна X δ n=22		Репродуктивна X δ n=18		Проблемна X δ n=20		
Час (с.)	Висхідні	12,2	4,3	11,48	2,15	11,68	2,15	11,34	1,99	1,99
	Кінцеві	9,33	1,69	9,51	1,53	8,56	1,08	8,50	0,83	
	Різниця	2,87	P< 0,01	1,97	P< 0,01	3,12	P< 0,001	2,84	P<0,001	
Оцінка (бал)	Висхідні	8,61	2,11	9,68	1,36	8,87	1,52	8,74	1,61	
	Кінцеві	11,47	2,19	11,68	1,84	11,11	2,04	11,83	2,52	
	Різниця	2,86	P< 0,001	2,0	P<0,001	2,24	P< 0,001	3,09	P< 0,001	
К-ть циклів	Висхідні	14,33	1,33	19,13	4,39	16,84	3,89	16,67	2,34	
	Кінцеві	14,63	3,34	15,28	3,51	14,53	1,60	13,08	2,07	
	Різниця	-0,3	P>0,05	3,85	P< 0,01	2,31	P<0,05	3,59	P<0,01	0,0100,0010,001
Помилки (к-ть)	Висхідні	0	0	0,13	0,26	0,57	0,74	0,51	0,69	
	Кінцеві	0,26	0,66	0,21	0,43	0,11	0,30	0,38	0,57	
	Різниця	-0,26	P>0,05	-0,08	P>0,05	0,46	P<0,05	0,13	P>0,05	

В ході дослідження було помічено, що часте чергування методів в процесі навчання ускладнювало засвоєння матеріалу. З'ясувалося також, що перше заняття практично характеризує спроможність того, хто випробовувався, до формування потрібного навичку. Це виявилось в тому, що ті спортсмени, що на першому занятті показали найбільш високі результати, при виконанні тестового завдання, були кращими і на останньому занятті. Динаміка процесу оволодіння руховими діями свідчить, що в самому початку навчання відбувається збільшення швидкості виконання рухів (частота), а техніка залишається на низькому рівні.

При порівнянні ефективності методів навчання виявилось, що найменш придатним для навчання є ігровий метод, головна суттєвість якого полягає в відсутності орієнтовної основи дії.

Було встановлено, що в більшості випадків спортсмени сильного типу з більшим успіхом оволодівали матеріалом в процесі проблемного навчання, «слабкі» - при застосуванні репродуктивного методу, а «середні» у всіх випадках показували приблизно однакові результати.

Процес формування техніки у спортсменів з різною силою нервової системи протікає по-різному. Незалежно від методу повільніше навчаються хлопчики сильного типу. Динаміка зміни їх показників свідчить про те, що найбільші успіхи приходяться на перші заняття, коли відбувається оволодіння часовими характеристиками фізичних вправ. Помічено, що «сильні» в умовах застосування ігрового методу почувають себе більш упевненими і показують більш високі результати, ніж інші.

Таким чином, застосування комплексу різноманітних методів навчання в поєднанні з урахуванням індивідуально-типологічних відмінностей спортсменів є тим фактором, що дозволяє успішно вирішувати всі задачі спортивної підготовки дітей і сприяє більш швидкому формуванню рухових навичок з більш високою якістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабанский Ю. К. Интенсификация процесса обучения. М.: Знание, 1987. 78 с.
2. Близнюк Ю.В. Методика обучения физическим упражнениям на основе учёта типологических особенностей нервной системы подростков. Харьков, 1988, 21 с.
3. Вайнштейн А. Л., Жур В. П. Влияние силы нервной системы на характер обучения физическим упражнениям младших школьников. Вопросы теории и практики физкультуры. Вып. 2. Минск, 1973. С. 56-60.
4. Ильин Е. П. Дифференциальная психология. СПб.: Питер, 2001. 464 с.
5. Круцевич Т. Ю. Управление физическим состоянием подростков в системе физического воспитания: автореф. дисс. на соискание учёной степени доктора наук по физическому воспитанию и спорту: спец. 24.00.02. Киев, 2001. 38 с.
6. Небылицын В. Д. Психологические исследования индивидуальных различий. М.: Наука, 1976. 334 с.
7. Пейсахов Н. М. Саморегуляция и типологические свойства нервной системы. Казань, 1974. 258 с.
8. Теплов Б. М. Избранные труды: в 2-х томах. М.: Педагогика, 1985. Т. 1. 329 с., Т. 2. 859 с.

WORLD SCIENCE

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

№ 9(70)

September 2021

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 25.09.2021. Appearance 30.09.2021.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2021

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>