

increased insulin resistance and hyperglycemia, which are common in obese patients, can make patients susceptible to infections. Prolonged restriction of mobility due to bed rest in obese patients is more likely to lead to exacerbation of obstructive airway disease, pneumonia, and sepsis.

**Conclusions.** Fractures of the lower leg and ankle are more common in obese patients. Recent studies have shown that obesity affects the reduction of BMD, especially in the presence of diabetes. In older patients, there is a loss of muscle strength, which affects the increase in falls, and in obese people, this phenomenon accelerates. Special attention should be paid to patients of the older age group, the presence of concomitant diseases and metabolic changes can become complicating factors in the treatment of fractures

**Key words:** obesity, diabetes, long bone fractures, bone mineral density.

### ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Stroyev M. Y.: <https://orcid.org/0000-0002-0980-983X><sup>AEF</sup>

Karpinska O. D.: <https://orcid.org/0000-0002-1482-7733><sup>BD</sup>

### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors report no conflict of interest. / Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Karpinska Olena Dmytrivna / Карпінська Олена Дмитрівна

SI "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine" / ДУ «Інститут патології хребта і суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України»

Ukraine, 61024, Kharkiv, 80 Pushkinskaya str. / Адреса: Україна, 61024, м. Харків, вул. Пушкінська 80

Tel.: 0994863463 / Тел.: 0994863463

E-mail: [helen.karpinska@gmail.com](mailto:helen.karpinska@gmail.com)

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 29.05.2023 / Стаття надійшла 29.05.2023 року  
Accepted 10.11.2023 / Стаття прийнята до друку 10.11.2023 року

DOI 10.29254/2077-4214-2023-4-171-82-89

UDC 616.314-089.23

Chernenko V. M., Yakymenko D. O.

## POSSIBILITY FOR IMPROVED TECHNIQUE OF INDIRECT SINUS FLOOR LIFTING FOR THE PURPOSE OF EXPANDING THE RANGE OF INDICATIONS (LITERATURE REVIEW)

Medical Institute of Sumy State University (Sumy, Ukraine)

[diana.yakimenko123@gmail.com](mailto:diana.yakimenko123@gmail.com)

*Dental prosthetics with dental implants is the most modern method of treating patients with adentia. The advantage of this method is that it avoids the preparation of teeth located near the defect area, which means that the load on the existing teeth is within the physiological norm, preventing their premature loss. In clinical practice, when planning and implementing dental implants, the most common problem is bone atrophy in the area of surgery. According to statistical data, in the post-extraction area, the width of the alveolar part of the jaw decreases by an average of 50% of the original volume during the first year. The degree of atrophy varies depending on the location of the defect, the intensity of metabolic processes, individual characteristics of the body, the initial characteristics of the bone and inflammatory and destructive changes that often precede tooth extraction. In cases of significant atrophy, additional surgical procedures are required to increase the volume of bone tissue in order to create conditions for dental implantation.*

*Using the scientific search method of research, the data from literature sources on modern methods of bone augmentation (open and closed sinus lift) were processed, and the possibility of improving the closed sinus lift was analysed.*

*In the presence of significant bone atrophy in the intervention area, which occurs in most clinical cases, the open sinus lift technique is preferred despite certain difficulties in its application. In this regard, it is advisable to expand the indications for closed sinus lift by considering the individual clinical characteristics of the surgical intervention area, minimising the risk of xenograft infection, reducing the rehabilitation period and financial burden on the patient.*

*Based on the analysed scientific publications, the socio-medical significance and ways of implementing the improvement of closed sinus lift to expand its indications are determined.*

**Key words:** dental implantation, indirect sinus floor lifting technique, osteogenic potential, augmentation, osteoplastic material.

### Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the scientific work of the Department of Dentistry of Sumy State University, "Clinical and laboratory substantiation of the use of modern medical technologies in the diagnosis, treatment and prevention of diseases of the oral cavity and maxillofacial area", state registration number 0121U113582.

### Introduction.

Dental implantation is a commonly used method of treatment in dentistry to replace defects in the dentition [1, 2, 3, 4]. However, certain clinical conditions are required for its use [5, 6]. Each implant can withstand a certain chewing load, which is determined by the area of the implant-bone contact. According to the data from retrospective studies, Gall and Saadoun calculated the average values of the supporting area of the roots of the teeth [7]. Similarly, depending on their diameter and length, implants have a specific support area, so when positioning the implant, it should be greater than or equivalent to the support area of the lost tooth [7, 8]. It can be achieved by increasing the width or length of the implant and, in some cases, only by increasing the number of implants, which requires a reserve of bone tissue in the defect area [7, 6]. In the absence of sufficient bone volume, implants with macro- and micro-threads, as well as implants made using methods of increasing the roughness, such as SLA and RBM, are used to increase the "implant-bone" surface area [9, 10, 11].

The absence of clinical conditions due to bone atrophy requires additional surgical procedures to increase bone volume in some anatomical regions [12]. One of these augmentation techniques is a sinus lift surgery to raise the maxillary sinus floor [13, 6, 14]. According to the literature, the indication for a closed sinus lift is a sufficient oroantral thickness of the alveolar process – within 5-6 mm [12]. In other cases, the open sinus lift technique is used, which has certain difficulties in its implementation [15]. Bone augmentation necessarily requires the use of osteoplastic materials. Their use does not always lead to the desired result in certain clinical cases due to the different osteogenic potential of both patients and a specific anatomical area [16]. Even the emergence of improved osteoplastic materials and specialised medical instruments for surgical interventions does not always allow us to be confident in the expected clinical outcome [17].

### The aim of the study.

To analyse the literature on the possibility of improving closed sinus lift with the aim of expanding its indications.

### Object and research methods.

Scientific publications from official databases were processed. The scientific search method was used.

### Main part.

Achieving better results is possible only by considering several factors (see fig. 1). The primary stability of both the implant and the osteoplastic material is an important factor in the process of reparative osteogenesis and osseointegration. According to the literature, the gold standard for implant and augmentation is considered to be a micromobility thresh-

old of 150  $\mu\text{m}$ , and some authors note that the average value of micromobility for successful osseointegration and osteoreparation is 112  $\mu\text{m}$  [18]. And for osteoplastic material, conditions must be created to comply with the micro-mobility threshold and provide a closed space for the concentric migration of osteogenic and angiogenic cells [19].

A large number of studies indicate better results of dental implantation in the presence of high-quality bone. This parameter includes density and strength, which are directly proportional to each other [20], and the implant stability coefficient is directly related to the bone biotype [21]. In particular, with the D1 bone biotype, the implant's primary stability has higher values than other biotypes [21], which gives a more predictable result. The further transfer and distribution of the load on the implant-bone complex also depend on the initial characteristics of the bone [20]. The smaller the functional contact area, the greater the amount of stress on this unit during loading. It has been proven that bones of higher density provide the largest contact area [20].

Enhancement of regenerative properties in the graft zone is achieved due to the presence of all the necessary properties of the osteoplastic material – osteoconduction, osteoinduction and osteogenic potential [22, 23]. All materials, except for the own autograft, have sufficient osteoconductive properties to build a bone matrix on its basis. Using a material with only osteoconductive properties in patients with different osteogenic potential leads to an unpredictable negative result. In such conditions, osteogenesis can only be enhanced by a combination with the use of the patient's own bone tissue. Therefore, in particular clinical cases, collecting the patient's own osteogenic material is necessary, which is an additional surgical intervention with an undesirable burden on the patient [24, 23]. Under such clinical conditions, the osteoinductive property is a necessary decisive factor.

Despite numerous years of research, the phenomenon of implant osseointegration has not yet been thoroughly studied [25, 26]. Growth factors (fibroblast growth factor 2 – FGF-2) and morphogenetic proteins (BMPs) play a key role in the first stage of bone formation (the haemostasis stage). Currently, 20 fractions of BMPs are known, but only 6 of them have osteoinductive properties (BMP-2, BMP-4, BMP-5, BMP-6, BMP-7, BMP-9) [26, 27]. It has been proven that the osteoinductive effect of morphogenetic proteins is activated upon contact with blood plasma [26]. In this regard, it is advisable to enhance the reparative processes in the bone with the help

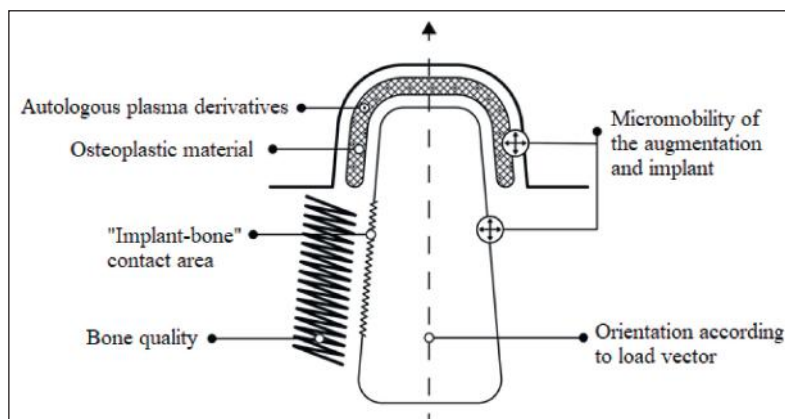


Figure 1 – Factors that ensure better results in osseointegration and osteogenesis.

of autologous plasma. According to studies on animals and used in clinical practice, the acceleration of bone regeneration capacity has been repeatedly confirmed using autologous blood plasma preparations [27]. The emergence of the plasmalifting technique has made it possible to activate the graft's own morphogenetic proteins, especially in the presence of glycosaminoglycans, lactic acid (and its derivatives) and hyaluronic acid in certain osteoplastic materials [28, 29, 30].

At the planning stage of dental implantation, the determination of the spatial placement of the implant is crucial to ensure the reorganisation of bone tissue and its compaction following the direction of the load vector. Better osseointegration results can be achieved by considering the trajectory of the load vector angle and ensuring that the implant's micromobility is within the permissible threshold. According to the results of his research, Tomas Linkevicius identified the following factors that provoke bone resorption around the implant: the insufficient thickness of the soft tissues of the peri-implant area, the macrostructure of the implant and the adequacy of the effect of the chewing load [31], which is determined by the time and force of the load, as well as its vector. According to Rangert's research, under atypical implant loading (bending), as opposed to forces directed along its axis, the zones of highest stress concentrations occur at its ends, which is a provoking factor of bone resorption [7]. In cases where the implant is positioned according to the physiological load vector, the distribution of the acting forces in the "implant-bone" complex occurs evenly on both sides, which reduces the stress force and is a favourable factor for osseointegration [7] (fig. 2).

The teleroentgenography (TRG) method allows for determining the norms of the physiological position of the teeth using angular and linear measurements based on the relevant skeletal and dental-alveolar parameters, ensuring an even distribution of chewing pressure and load on the dentition [32]. This process is primarily realised by counterforts, which are a thickening of the compact bone layer with a characteristic organisation of the osteons and trabeculae [33, 34]. The highest density and orderliness are in the areas where the load vector is directed [33]. Considering the above data, it becomes possible to orientate the dental implant both perpendicular to the

prototypic plane and following the zones of concentration of the greatest stresses, so the reorganisation of the bone tissue around the implant will occur following the physiological norm. For this purpose, in addition to TRG, it is necessary to use navigation surgery with CAD/CAM technology to position the implant.

CAD (Computer-Aided Design) is used to create three-dimensional models, plan surgical interventions, position implant models, and develop surgical templates for implantation. To create a template, a CT scan and an STL file containing optical scan data of the oral cavity (intraoral or plaster model) are loaded into the appropriate software (BlueSky Bio, ImplaStation, coDiagnostiX, SimPlant, etc.). Then, they are compared (automatically or manually by points on the CT scan). The developed surgical template is manufactured using CAM technologies (Computer-Aided Manufacturing) – a computerised system for producing stereolithographic models [35, 3, 4].

Several authors believe that bone tissue remodelling is based on the piezoelectric effect, i.e. the ability of a material to convert mechanical impact into electrical energy [20, 21, 26]. In bone tissue, this effect is due to the potential difference between the concave and convex parts of the bone plates: apposition osteogenesis is associated with a negative charge, and bone resorption processes are associated with a positive charge [25, 36, 37]. At the molecular level, the piezoelectric effect is manifested in the ability of the electric field, which appears under mechanical load, to provoke the adhesion and orientation of collagen fibres along the voltage lines [38]. The effectiveness of an artificially created potential difference during surgical procedures has also been proven [25, 36]. In our opinion, using TRG and CAD/CAM technologies to position the implant along the axis of physiological load will create conditions for implementing the piezoelectric effect, which will be a favourable factor for successful osseointegration.

### Conclusions.

Based on the analysed literature sources, it is possible to apply an integrated approach to closed sinus lift, which will expand the indications for its use, as well as have a predictable result with a reduction in the treatment time of dental patients and a decrease in the risk of complications from surgery.

### Prospects for further research.

Expanding the indications for the closed sinus lift technique to avoid the use of open sinus lift with the following undesirable effects: high cost of membranes – resorbable (collagen, polyglycolide, polylactide) and non-resorbable (e-PTFE, titanium mesh, d-PTFE), difficulty in application, frequent premature rejection with graft infection, significant bleeding in case of injury to the anterior maxillary sinus artery the need to form a large muco-periosteal flap to immobilise the membranes-osteoplastic complex, which is undesirable, especially with a thin anterior wall of the maxillary sinus and for postoperative wound care. To achieve the aim of the study, it is planned to use modern technologies of navigation surgery in the process of implant positioning, enhance osteoreparation and osseointegration in the intervention area with osteoplastic materials and autologous plasma derivatives, study the initial characteristics of bone and osteogenic potential in the intervention area and ensure adequate loading within the threshold of micromobility.

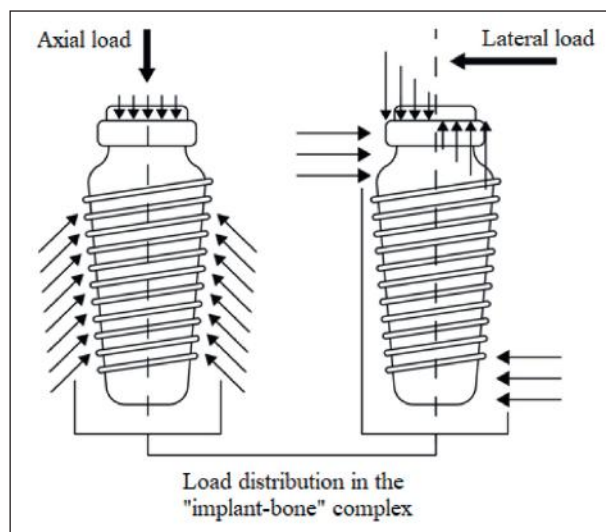


Figure 2 – Zones of load concentration in the «implant-bone» complex depending on the load vector.

**МОЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЗАКРИТОГО СИНУС-ЛІФТИНГУ  
З МЕТОЮ РОЗШИРЕННЯ ПОКАЗАНЬ ДО ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Медичний інститут Сумського державного університету (м. Суми, Україна)

diana.yakimenko123@gmail.com

Протезування зубів з використанням дентальних імплантатів є найсучаснішим методом лікування пацієнтів з адентією. Перевагою даного методу є уникнення препарування зубів, що розміщені поряд з зоною дефекту, як наслідок, навантаження на наявні зуби знаходиться в межах фізіологічної норми, що попереджує їх передчасну втрату. В клінічній практиці під час планування та реалізації дентальної імплантації найбільш розповсюдженою проблемою є атрофія кісткової тканини в зоні оперативного втручання. Згідно статистичних даних, в постекстракційній ділянці протягом першого року ширина альвеолярної частини щелепи зменшується в середньому на 50% від вихідного об'єму. Варіабельність ступеня атрофії залежить від локалізації дефекту, інтенсивності обмінних процесів, індивідуальних особливостей організму, вихідних характеристик кістки та запально-деструктивних змін, що нерідко передують екстракції зуба. У випадках значної атрофії метою створення умов для проведення дентальної імплантації необхідно проводити додаткові хірургічні маніпуляції з метою збільшення об'єму кісткової тканини.

Використовуючи науково-пошуковий метод дослідження було опрацьовано дані літературних джерел щодо сучасних методик кісткової аугментації (відкритого та закритого синус-ліфтингу) та проаналізовано можливість удосконалення проведення закритого синус-ліфтингу.

За умов значної атрофії кісткової тканини в зоні втручання, що трапляється в більшості клінічних випадків, надають перевагу методиці відкритого синус-ліфтингу, незважаючи на певні складнощі при її застосуванні. У зв'язку з цим є доцільним розширити показання до проведення закритого синус-ліфтингу зважати врахуванню індивідуальних клінічних особливостей зони оперативного втручання, мінімізувавши ризик інфікування ксенотрансплантата, зменшуючи реабілітаційний період та фінансове навантаження на пацієнта.

На підставі проаналізованих наукових публікацій визначено соціально-медичну значущість та шляхи реалізації удосконалення закритого синус-ліфтингу з метою розширення до його показань.

**Ключові слова:** дентальна імплантація, закритий синус-ліфтинг, остеогенний потенціал, аугментація, остеопластичний матеріал.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Робота є фрагментом наукової роботи кафедри стоматології Сумського державного університету «Клініко-лабораторне обґрунтування застосування сучасних медичних технологій в діагностиці, лікуванні та профілактиці захворювань органів порожнини рота та щелепно-лицевої ділянки», номер державної реєстрації 0121U113582.

**Вступ.**

Дентальна імплантація є часто використовуваним методом лікування в стоматології при заміщенні дефектів зубних рядів [1, 2, 3, 4]. Але для можливості її застосування необхідні певні клінічні умови [5, 6]. Кожен імплантат здатен витримувати певне жувальне навантаження, що обумовлено площею контакту «імплантат-кістка». Згідно даних ретроспективних досліджень, Gall та Saadoun розрахували середні величини опорної площі коренів зубів [7]. Аналогічним чином імплантати в залежності від діаметру і довжини мають визначену площу опори, тому при позиціонуванні імплантату вона має бути більшою або еквівалентною до площі опори втраченого зуба [7, 8]. Цього можна досягнути за рахунок збільшення ширини або довжини імплантату, а у деяких випадках тільки шляхом збільшення кількості імплантатів, що потребує запасу кісткової тканини у зоні дефекту [7, 6]. За відсутності достатнього об'єму кісткової тканини з

метою збільшення площі поверхні «імплантат-кістка» застосовуються імплантати з макро- та мікрорізьбою, а також виготовлені з використанням методик підвищення шорсткості – SLA, RBM [9, 10, 11].

Відсутність клінічних умов внаслідок атрофії кісткової тканини потребує додаткових хірургічних маніпуляцій для збільшення її об'єму в певних анатомічних ділянках [12]. Однією із таких методик аугментації є проведення операції з підняття дна гайморової пазухи – синус-ліфтингу [13, 6, 14]. Згідно даних літератури, показанням до проведення закритого синус-ліфтингу є достатня ороантральна товщина альвеолярного відростка – в межах 5-6 мм [12]. В інших випадках використовують методику відкритого синус-ліфтингу, що має певні складнощі у її проведенні [15]. Аугментація кісткової тканини обов'язково потребує використання остеопластичних матеріалів. Їх застосування не завжди призводить до бажаного результату в певних клінічних випадках через різний остеогенний потенціал як пацієнтів, так і конкретної анатомічної ділянки [16]. Навіть поява удосконалених остеопластичних матеріалів та спеціалізованого медичного інструментарію для проведення оперативних втручань не завжди дає можливість бути впевненим в передбачуваному клінічному результаті [17].

**Мета дослідження.**

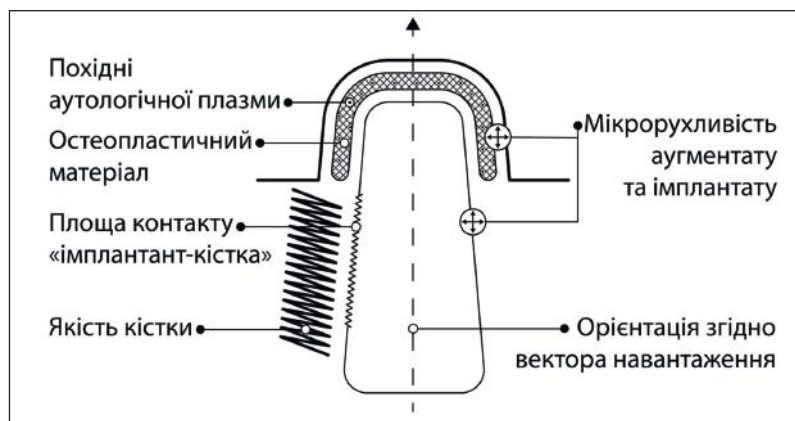


Рисунок 1 – Фактори, що забезпечують кращі результати остеоінтеграції та остеогенезу.

Провести аналіз літературних джерел щодо можливості удосконалення закритого синус-ліфтингу з метою розширення до його показань.

#### Об'єкт і методи дослідження.

Було опрацьовано наукові публікації з офіційних баз даних. Використано науково-пошуковий метод дослідження.

#### Основна частина.

Досягнення кращих результатів можливо лише завдяки врахуванню ряду факторів (див. рис. 1). Первинна стабільність як імплантату, так і остеопластичного матеріалу є важливим чинником у процесі репаративного остеогенезу та остеоінтеграції. Для імплантату та аугментату, згідно даних літератури, прийнято вважати золотим стандартом поріг мікрорухливості 150 мкм, а деякі автори зазначають, що середнє значення мікрорухливості для успішної остеоінтеграції та остеорепарації становить 112 мкм [18]. А для остеопластичного матеріалу повинні бути створені умови як дотримання порогу мікрорухливості, так і забезпечення закритого простору для концентричної міграції остеогенних та ангіогенних клітин [19].

Велика кількість досліджень вказує на кращі результати дентальної імплантації при наявності кістки високої якості. Цей параметр включає в себе щільність та міцність, які перебувають між собою у прямо пропорційній залежності [20], а коефіцієнт стійкості імплантату перебуває у прямій залежності від біотипу кісткової тканини [21]. Зокрема, при біотипі кісткової тканини D1 первинна стабільність імплантату має вищі значення в порівнянні з іншими біотипами [21], що дає більш прогнозований результат. Від вихідних характеристик кістки залежить також подальша передача та розподілення навантаження на комплекс «імплантат-кістка» [20]. Чим менша функціональна площа контакту, тим більша величина стресу на дану одиницю при навантаженні. Доведено, що найбільшу площу контакту забезпечують кістки більшої щільності [20].

Підсилення регенеративних властивостей в зоні трансплантату досягається завдяки присутності всіх необхідних властивостей остеопластичного матеріалу – остеоіндукція, остеоіндукція та наявності остеогенного потенціалу [22, 23]. Всі матеріали, окрім власного аутоотрансплантату, мають достатні остеоіндуктивні властивості для побудови кісткового матриксу на його основі. Використання матеріалу, який має лише остеоіндуктивні властивості у пацієнтів з різним остеогенним потенціалом призводить до непередбачуваного

негативного результату. Підсилення остеогенезу в таких умовах досягається лише комбінацією з використанням власної кісткової тканини. Тому у певних клінічних випадках потребується забір власного остеогенного матеріалу, що є додатковим оперативним втручанням з небажаним навантаженням на пацієнта [24, 23]. За таких клінічних умов остеоіндуктивна властивість є необхідним вирішальним фактором.

Попри чисельні багаторічні дослідження, явище остеоінтеграції імплантатів досі повністю не вивчене [25, 26]. На першому етапі утворення кісткової тканини (стадія гемостазу) ключову роль відіграють фактори росту (фактор росту фібробластів 2 – FGF-2) та морфогенетичні білки (BMP). На даний момент відомо 20 фракцій BMP, проте остеоіндуктивні властивості мають 6 з них (BMP-2, BMP-4, BMP-5, BMP-6, BMP-7, BMP-9) [26, 27]. Доведено, що остеоіндуктивна дія морфогенетичних білків активується при контакті з плазмою крові [26]. У зв'язку з цим є доцільним підсилювати репаративні процеси в кістці за допомогою аутологічної плазми. Згідно з проведеними дослідженнями на тваринах та застосованих в клінічній практиці, було неодноразово підтверджено прискорення регенераційної здатності кісткової тканини за умов використання аутологічних препаратів плазми крові [27]. Поява методики плазмоліфтингу надала можливість активації власних морфогенетичних білків у зоні трансплантату, особливо в присутності у певних остеопластичних матеріалах глікозаміногліканів, молочної (та її похідних) і гіалуронової кислот [28, 29, 30].

На етапі планування дентальної імплантації вирішальну роль має визначення просторового розміщення імплантату, що забезпечить реорганізацію кісткової тканини і її ущільнення згідно з напрямом вектору навантаження. Враховуючи траєкторію кута нахилу вектора навантаження та забезпечивши мікрорухливість імплантата у межах допустимого порогу можна досягти кращих результатів остеоінтеграції. За результатами досліджень Tomas Linkevicius виділив наступні фактори, що провокують резорбцію кісткової тканини навколо імплантату: недостатня товщина м'яких тканин періімплантної ділянки, макроструктура імплантата та адекватність дії жувального навантаження [31], що детермінується часом та силою навантаження, а також його вектором. Згідно досліджень Rangert, при нетиповому навантаженні імплантата (діючому на згинання) в протидію силам, направленим по його осі, зони найбільших концентрацій напружень виникають на його кінцях, що є провокуючим фактором резорбції кісткової тканини [7]. У випадках позиціонування імплантата згідно вектора фізіологічного навантаження, розподіл діючих сил в комплексі «імплантат-кістка» відбувається рівномірно з обох сторін, що зменшує силу напруження та є сприятливим фактором остеоінтеграції [7]. (рис. 2).

Метод телерентгенографії (ТРГ) дозволяє визначити норми фізіологічного положення зубів за допомогою кутових та лінійних вимірювань, спираючись на відповідні скелетні та зубоальвеолярні параметри, забезпечуючи рівномірний розподіл жувального тиску та навантаження на зубощелепну систему [32].

Цей процес в значній мірі реалізується за рахунок контрфорсів, що являють собою потовщення компактного шару кістки з характерною організацією розташування остеонів і трабекул [33, 34]. Найбільшою щільністю і упорядкованістю наділені ділянки на які направлений вектор навантаження [33]. Враховуючи вищенаведені дані стає можливим орієнтувати дентальний імплантат як перпендикулярно до протетичної площини, так і згідно з зонами концентрації найбільших напружень, завдяки чому реорганізація кісткової тканини навколо імплантату буде відбуватися відповідно до фізіологічної норми. Для цього окрім ТРГ для позиціонування імплантату необхідне використання засобів навігаційної хірургії з застосуванням CAD/CAM технологій.

CAD (Computer-Aided Design) використовується для створення тривимірних моделей, планування хірургічних втручань, позиціонування моделей імплантатів, розробки хірургічних шаблонів для імплантації. Для створення шаблону до відповідних програм (BlueSky Bio, ImplaStation, coDiagnostiX, SimPlant та ін..) завантажується комп'ютерна томограма та STL файл, що містить дані оптичного сканування ротової порожнини (інтраорального або гіпсової моделі), після чого їх зіставляють (автоматично або вручну по точкам на комп'ютерній томограмі). Розроблений хірургічний шаблон виготовляють за допомогою CAM-технологій (Computer-Aided Manufacturing) – комп'ютеризована система для виготовлення стереолітографічних моделей [35, 3, 4].

Ряд авторів вважає, що в основі перебудови кісткової тканини лежить п'єзоелектричний ефект, тобто здатність матеріалу перетворювати механічний вплив в електричну енергію [20, 21, 26]. У кістковій тканині цей ефект обумовлений різницею потенціалів між увігнутою і опуклою частинами кісткових пластинок: апозиційний остеогенез пов'язаний з від'ємним зарядом, а процеси резорбції кісткової тканини – з позитивним [25, 36, 37]. На молекулярному рівні п'єзоелектричний ефект виявляється у здатності електричного поля, що з'являється при механічному навантаженні, провокувати злипання й орієнтацію колагенових волокон згідно ліній напруги [38]. Також доведена ефективність штучно створеної різниці потенціалів в ході хірургічних маніпуляцій [25, 36]. За нашими міркуваннями, використовуючи ТРГ та CAD/CAM технології для позиціонування імплантату згідно осі фізіологічного навантаження, буде створено умови

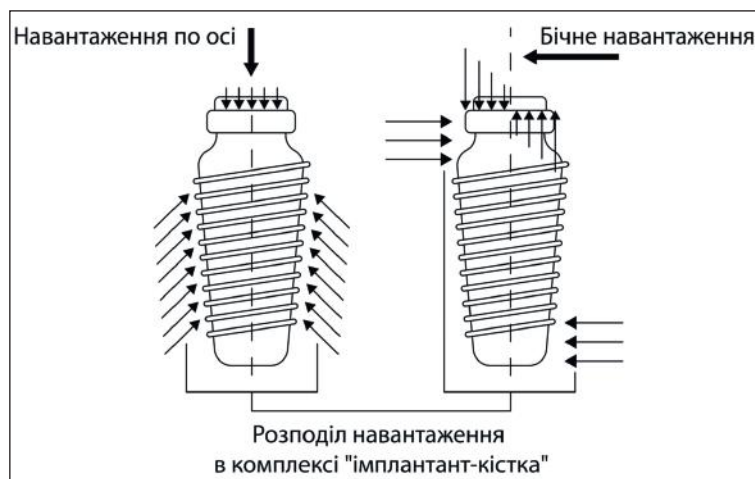


Рисунок 2 – Зони концентрації напруг в комплексі «імплантат-кістка» в залежності від вектору дії навантаження.

для реалізації п'єзоелектричного ефекту, що буде сприятливим фактором для успішної остеоінтеграції.

#### Висновки.

На підставі проаналізованих джерел літератури можливе застосування комплексного підходу до проведення закритого синус-ліфтингу, що дозволить розширити показання до його використання, а також мати прогнозований результат зі скороченням термінів лікування стоматологічних хворих та зменшенням ризиків ускладнень від оперативного втручання.

#### Перспективи подальших досліджень.

Розширення показань до проведення методики закритого синус-ліфтингу з уникненням використання відкритого синус-ліфтингу з наступними небажаними ефектами: висока вартість мембран – резорбуючих (колагенові, з полігліколіду, полілактиду) та нерезорбуючих (e-PTFE, титанова сітка, d-PTFE), складність в застосуванні, часті передчасні відторгнення з інфікуванням трансплантату, значна кровотеча у випадку травмування артерії передньої стінки гайморової пазухи, необхідність формування великого слизово-окисного клаптя для іммобілізації мембран-остеопластичного комплексу, що є небажаним явищем, особливо при тонкій передній стінці гайморової пазухи та для догляду післяопераційної рани. Для реалізації мети дослідження планується використання сучасних технологій навігаційної хірургії в процесі позиціонування імплантату, підсилення остеорепації й остеоінтеграції у зоні втручання кісткопластичними матеріалами і похідними аутологічної плазми, дослідження вихідних характеристик кістки й остеогенного потенціалу в зоні втручання та забезпечення адекватного навантаження в межах порогу мікрорухоливості.

### References / Література

1. Pavlenko OV, Sirenko OF, Ilyk RR. Optymizatsiia strokiv ortopedychnoho likuvannia chastkovykh defektiv zubnykh riadiv z oporoju na vnutrishnokistkovi dentalni implantaty. Suchasna stomatolohiia. 2011;5:80–2. [in Ukrainian].
2. Prots HB. Kompleksni metody khirurhichnoi pidhotovky khvorykh do ortopedychnoi reabilitatsii zalezno vid stanu tkanyn proteznoho lozha [avtoreferat]. Ivano-Frankivsk: IFNMU; 2020. 40 s. [in Ukrainian].
3. Pavlish IV. Klinichni ta tekhnologichni aspekty kerovanoyi khirurhii v stomatolohichnii implantolohii. Svit medytsyny ta biolohii. 2013;2:211–5. Dostupno: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinichni-ta-tehnologichni-aspek-ti-kerovanoyi-hirurgiyi-v-stomatologichnii-implantologiyi>. [in Ukrainian].
4. Pavlish IV, Dvornyk VM, Riabushko NO. Sposib vyhotovlennia khirurhichnogo shablona dlia vstanovlennia detalnykh implantativ. Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh. 2016;2(3):81–6. Dostupno: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposib-vigotovlennya-hirurgichnogo-shablona-dlya-vstanovlennya-dentalnih-implantativ>. [in Ukrainian].
5. Avetkov DS, Pronina OM, Lokes KP. Suchasni uivlennia pro umovy, yaki obmezhuui vybir metodu dentalnoi implantatsii na verkhonii i nyzhnii shchelepek. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2017;3(4):20–6. [in Ukrainian].
6. Avetkov DS, Krynychko LR, Stavyskyi SO. Khirurhichni etapy dentalnoi implantatsii (bazovyi kurs). Poltava: VDNZU «UMSA»; 2016. 108 s. Dostupno: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/5646>. [in Ukrainian].

7. Malanchuk VA, Mammadov EA. Bezposerednia dentalna implantatsiia. Kyiv: TsSTRI, filia №7; 2008. 157 s. [in Ukrainian].
8. Pavlenko OV, Sirenko OF. Udokonalennia ortopedychnykh stomatolohichnykh zakhodiv u kompleksnii reabilitatsii patsientiv z chastkovymy defektamy zubnykh riadiv z vykorystanniam vnutrishnokistkovykh dentalnykh implantativ (ohliad literatury). Suchasna stomatolohiia. 2011;4:97–9. [in Ukrainian].
9. Demetoglu U, Ocak H, Songur T. Which dental implant surface is more effective in osteointegration: RBM surface versus SLA surface. Annals of Clinical and Analytical Medicine. 2021;7(12):736–9. Dostupno: <https://hdl.handle.net/20.500.12868/1631>.
10. Apiekinov HYU, Yefymenko AS, Bilyi SM. Problemy protezuвання patsientiv iz zastosuvanniam stomatolohichnykh implantativ. Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh. 2013;1:112–5. Dostupno: . [in Ukrainian].
11. Tetè S, Mastrangelo F, Traini T. A Macro- and Nanostructure Evaluation of a Novel Dental Implant. Implant Dentistry. 2008;17(3):309–320. DOI: <https://doi.org/10.1097/id.0b013e318182d494>.
12. Khachatryan L, Khachatryan G, Hakobyan G. Simultaneous endoscopic endonasal sinus surgery and sinus augmentation with immediate implant placement: A retrospective clinical study of 23 patients. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2019;47(8):1233–41.
13. Shalu CB, Ramesh RF, Komal M. Maxillary sinus augmentation. Indian Society of Periodontology. 2018;6(22):468–73.
14. Shpachynskyi OS, Skibitskyi VS, Kopchak AV. Vyvchennia arkhitektoniky kistkovoï tkanyny v dilianakh subantralnoi auhmentatsii z vykorystanniam ksenohennykh kistkovozamishchuiuchykh materialiv. Suchasna stomatolohiia. 2018;2:42–6. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2018-2-42-46>. [in Ukrainian].
15. Molina A, Sanz-Sanchez I, Sanz-Martin I. Complications in sinus lifting procedures: Classification and management. Periodontology 2000. 2022;1(88):103–15.
16. Castilla IK. Maxillary Sinus Augmentation Using Growth Factors and Collagen Membranes [dissertation]. Spain, Granada. 2013. 127 p.
17. Chernenko VM, Liubchenko OV. Mozhlyvist vykorystannia metodyky bezposerednoi implantatsii z nehaiym navantazhenniam z vykorystanniam osteoplastychnykh ksenohennykh materialiv. Zhurnal klinichnykh ta eksperymentalnykh medychnykh doslidzhen. 2017;5(4):995–1005. [in Ukrainian].
18. Kohli N, Stoddart JC, Arkel RJ. The limit of tolerable micromotion for implant osseointegration: a systematic review. Scientific Reports volume. 2021;11:10797. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90142-5>.
19. Kinash YuO, Kinash LV, Honcharov KV. Kompleksnyi pidkhid do likuvannia khvorykh iz atrofiieiu alveoliarnoho vidrostka pry zakhvoriuvanniah tkany parodonta z apikalnymy uskladnenniamy: vid zastosuvannia kistkovoï auhmentatsii do vidnovlennia funktsionalnoi okliuzii. Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh. 2021;2:19–26. [in Ukrainian].
20. Misch CE. Dental implant prosthetics. St. Louis: Elsevier mosby; 2005. 648 p.
21. Pavlish IV. Obruntuвання vykorystannia maloinvazyvnoi metodyky dentalnoi implantatsii u bokovykh viddilakh nyzhnoi shchelepy za umovy defitsytu kistkovoï tkanyny [dysertatsiya]. Poltava: UMSA; 2021. 185 s. [in Ukrainian].
22. Mysula IR, Skochylo OV. Kistkovo-plastychni materialy dlia zamishchennia defektiv shchelep: vid istorii do sohodennia. Shpytalna khirurhiia. Zhurnal imeni L. Ya. Kovalchuka. 2013;3:96–101. [in Ukrainian].
23. Fragozegegi EA, Rouchota M, Loudos G. In vivo imaging techniques for bone tissue engineering. Journal of Tissue Engineering. 2019;10:2041731419854586. DOI: <https://doi.org/10.1177/2041731419854586>.
24. Gholami M, Solmaz P, Farzaneh A. Angiogenesis around dental implants augmented by autogenous, xenogenous, and synthetic bone graft materials: an animal study in dogs. Teikyo Medical Journal. 2022;45(8):7299–308.
25. Lutsyk OD, Chaikovskiy YuB. Histolohiia. Tsytolohiia. Vinnytsia: Nova knyha; 2018. 592 s. [in Ukrainian].
26. Smektala T, Tutak M, Yendzheievski M. Biolohichni osnovy osteointehratsii. Implantolohiia Paradontolohiia Osteolohiia. 2014;4:26–9. [in Ukrainian].
27. Fioravanti C, Frustaci I, Armellini E. Autologous blood preparations rich in platelets, fibrin and growth factors. Oral Implantology. 2016;8(4):96–113. DOI: <https://doi.org/10.11138/2For%2F2015.8.4.096>.
28. Haiduk RV, Horytskyi VM, Khomykh NM. Zastosuvannia osteoplastychnoho materialu “Hialuost” pry khirurhichnomu likuvanni retentsii ta dystopii nyzhnykh tretikh moliariv. Medychna hidrolohiia ta reabilitatsiia. 2011;9(4). Dostupno: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/41287>. [in Ukrainian].
29. Makeiev VF, Cherpak MO. Zastosuvannia polimernykh osteoplastychnykh materialiv u stomatolohii. Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh. 2013;1:116–9. Dostupno: <https://cyberleninka.ru/article/n/zastosuvannya-polimernih-osteoplastichnih-materialiv-u-stomatologiyi>. [in Ukrainian].
30. Skochylo OV, Mysula IR, Datsko VA. Porivnialna kharakterystyka vplyvu osteoplastychnoho materialu na osnovi hidroksyapatytu ta polilaktydu na osteoreheneratyvni protsesy v defektakh nyzhnykh shchelep. Visnyk naukovykh doslidzhen. 2014;1:71–4. [in Ukrainian].
31. Linkevicius T, Puisys A, Linkeviciene L. Crestal Bone Stability around Implants with Horizontally Matching Connection after Soft Tissue Thickening: A Prospective Clinical Trial. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2013;17(3):497–508. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.12155>.
32. Flis PS, Omelchuk NA, Rashchenko NV. Ortodontiia. Vinnytsia: Nova knyha; 2007. 312 s. [in Ukrainian].
33. Shumynskyi YeV. Kliniko-anatomichne ta biomekhanichne obruntuвання metodiv khirurhichnoho likuvannia perelomiv verkhnoi shchelepy [dysertatsiya]. Kyiv: Natsional'nyy medychnyy universytet imeni O. O. Bohomol'tsya; 2021. 235 s. [in Ukrainian].
34. Kostenko YeYa, Kostenko SB, Stetsyk MO. Funktsionalna anatomiia ta komponenty zhuvalnoho aparatu. Uzhhorod; 2020. 90 s. [in Ukrainian].
35. Rybak VA, Kopchak AV. Suchasni mozhlyvosti ta perspektyvy zastosuvannia Cad/Cam tekhnolohii v likuvanni khvorykh iz defektamy i deformatsiiami kistok lytsevoho cherepa. Travma. 2015;16(3):71–8. Dostupno: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma\\_2015\\_16\\_3\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Travma_2015_16_3_14). [in Ukrainian].
36. Buts YuV, Ivashura AA, Leukhina LV. Biolohiia: praktykum dlia slukhachiv pidhotovchoho viddilennia. Kharkiv; 2020. Dostupno: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23856>. [in Ukrainian].
37. Hryhorieva NV, Diedukh NV, Parubets MM. Postimmobilizatsiinyi osteoporoz: ohliad literatury ta seriia klinichnykh vypadkiv. Bil Suhloby Khrebet. 2022;3:94–107. [in Ukrainian].
38. Soleiko DS, Konoplytskyi VS, Kovalchuk BM. Dyspersiia dielektrychnoi pronyklyvosti, yak diahnostychnyi parametr strukturnykh zmin u biolohichnykh ob'ekтах. Visnyk morfolohii. 2005;2(11):331–7. [in Ukrainian].

## МОЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ЗАКРИТОГО СИНУС-ЛІФТИНГУ З МЕТОЮ РОЗШИРЕННЯ ПОКАЗАНЬ ДО ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Черненко В. М., Якименко Д. О.

**Резюме.** Вступ. Адентія є однією з найрозповсюдженіших зубощелепних аномалій у пацієнтів, у зв'язку з чим проблема протезування зубів була й залишається актуальною. Дентальна імплантація – найбільш сучасний метод заміщення дефектів зубних рядів, що дозволяє відновити в повній мірі як функціональні, так і естетичні порушення зубощелепної системи. В порівнянні із традиційними незнімними ортопедичними конструкціями, протезування на імплантатах дозволяє уникнути препарування зубів, що розміщені поряд з зоною дефекту, як результат жувальне навантаження на наявні зуби залишається в межах фізіологічної норми, тим самим попереджуючи їх передчасну втрату. Для успішного проведення дентальної імплантації, необхідно враховувати ряд факторів, один з яких – достатній запас кісткової тканини в зоні втручання. Протягом першого року в постекстракційній ділянці ширина альвеолярної частини щелепи зменшується на 50% від початкового значення, при цьому впродовж перших трьох місяців кістка атрофується на 2/3 від початкового об'єму. Цей

процес детермінується локалізацією дефекту, вихідними характеристиками кістки, індивідуальними особливостями організму та запально-деструктивними змінами, що нерідко передують екстракції зуба. У зв'язку з чим стає необхідним проводити додаткові хірургічні маніпуляції з метою кісткової аугментації.

**Об'єкт і методи дослідження.** Було проаналізовано сучасні методи кісткової аугментації: відкритий та закритий синус-ліфтинг. Досліджено дані літературних джерел щодо можливості удосконалення закритого синус-ліфтингу.

**Результати.** При значній атрофії альвеолярного відростка, яка трапляється в більшості клінічних випадків, використовують методику відкритого синус-ліфтингу, незважаючи на певні складнощі при її застосуванні. Є доцільним зробити закриту методику пріоритетною завдяки врахуванню індивідуальних клінічних особливостей зони оперативного втручання, мінімізувавши ризик інфікування ксенотрансплантата, зменшуючи реабілітаційний період та фінансове навантаження на пацієнта.

**Висновки.** Вищеперелічені причини обумовлюють соціально-медичну актуальність удосконалення закритого синус-ліфтингу з метою розширення до його показань. Це дозволить пацієнтам із значною атрофією кісткової тканини альвеолярного відростка уникнути застосування відкритого синус-ліфтингу з відповідними клінічними та матеріальними недоліками.

**Ключові слова:** дентальна імплантація, закритий синус-ліфтинг, остеогенний потенціал, аугментація, остеопластичний матеріал.

## POSSIBILITY FOR IMPROVED TECHNIQUE OF INDIRECT SINUS FLOOR LIFTING FOR THE PURPOSE OF EXPANDING THE RANGE OF INDICATIONS (LITERATURE REVIEW)

Chernenko V. M., Yakymenko D. O.

**Abstract.** *Introduction.* Adentia is one of the most common dento-facial anomalies in patients; therefore, the problem of dental prosthetics has always been and is still relevant. Dental implantation is the cutting-edge method for curing denture defects, which allows for full recovery of both functional and aesthetic problems of the maxillofacial system. As compared to traditional fixed dental prostheses, implant prosthetics allows for avoiding the preparation of teeth located in adjacency to the defect zone, therefore, the mastication load on the existing teeth remains physiologically normal, thereby preventing their premature loss. For successful dental implantation, a range of factors should be taken into account, one of which is an adequate amount of bone tissue in the intervention area. Over the first year, the alveolar part of jaw narrows by 50% from the initial width in the post-extraction area; moreover, over the first three months, the bone gets atrophied by 2/3 from its initial volume. This process is determined by the defect localization, the initial characteristics of the bone, individual characteristics of the body, and inflammatory and destructive changes that might often precede tooth extraction. This necessitates additional surgical manipulations for the purpose of bone augmentation.

*Materials and methods.* Modern methods of bone augmentation were analyzed, in particular, external and indirect sinus floor lifting techniques. Literature data about the possibility for improved technique of indirect sinus floor lifting were studied.

*The results.* In case of significant atrophy, which occurs in most clinical cases, the technique of external sinus lifting is used despite certain difficulties associated with its application. It is advisable to opt for indirect sinus floor lifting technique, since it takes into account the individual clinical features of the surgical intervention area, minimizing the risk of xenograft infection, reducing the recovery period and the financial burden on the patient.

*Conclusions.* The above reasons determine the socio-medical relevance of improving the technique of indirect sinus floor lifting in order to expand the range of its indications. This will allow patients with significantly atrophied bone tissue of the alveolar process to avoid the use of external sinus floor lifting, which might bring the associated clinical and financial disadvantages.

**Key words:** dental implantation, indirect sinus floor lifting technique, osteogenic potential, augmentation, osteoplastic material.

### ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Chernenko V. M.: <https://orcid.org/0009-0009-5994-0252><sup>AEF</sup>

Yakymenko D. O.: <https://orcid.org/0009-0009-0625-9826><sup>BCD</sup>

### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors of the article confirm that there is no conflict of interest. / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Yakymenko Diana Oleksandrivna / Якименко Діана Олександрівна

Medical Institute of Sumy State University / Медичний інститут Сумського державного університету

Ukraine, 40000, Sumy, 2 Rimsko-Korsakova str. / Адреса: Україна, 40000, м. Суми, вул. Римського-Корсакова

2

Tel.: 0958930413 / Тел.: 0958930413

E-mail: [diana.yakymenko123@gmail.com](mailto:diana.yakymenko123@gmail.com)

**A** – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статистичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 20.05.2023 / Стаття надійшла 20.05.2023 року

Accepted 07.11.2023 / Стаття прийнята до друку 07.11.2023 року