

DOI 10.29254/2077-4214-2025-2-177-102-111

UDC 616.716.4-007.24-089.844-77

Steblovskiy D. V., Lychman V. O., Toropov O. A., Popovych I. Yu., Ternopolska S. I.

OSTEOPLASTIC MATERIALS FOR THE REPLACEMENT OF DEFECTS AND DEFORMITIES OF THE MANDIBLE – A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

steblovskidmitri@gmail.com

The aim of the study is to summarise the available data characterising the manifestations, clinical course, diagnosis and treatment of defects and deformities of the mandible.

An analysis of current scientific, experimental, and clinical studies was conducted based on a review of medical literature from the Scopus, Web of Science, and PubMed databases over the past 10 years.

When planning reconstructive surgical interventions in the maxillofacial region, the primary goal is not only to restore function but also to restore the anatomical integrity of the facial skull and restore the facial contours. Restoring the harmonious proportions of the facial skull is one of the key tasks in maxillofacial surgery.

The choice of osteoplastic materials and methods of reconstructive surgery in the treatment of defects and deformities of the mandible must meet the following requirements: be as reliable as possible, restore the function of the dentition, not cause significant facial aesthetic disturbances, and have a minimal risk of complications. The correct choice of plastic replacement for a mandible defect is a complex and not yet fully resolved problem that depends on many factors and must be selected individually, taking into account the location, size of the defect, the cause of its occurrence (tumour, trauma, inflammatory processes, etc.), the patient's age, concomitant diseases, the clinic's equipment, and the surgeon's experience.

A promising direction in mandible reconstruction is the replacement of significant defects with the simultaneous use of osteo-replacement material and dental implants, which allows for high-quality orthopaedic rehabilitation with improved chewing efficiency.

In view of the above, improving the effectiveness and speeding up the treatment of patients with mandible defects and deformities is based on the correct choice of surgical intervention in each specific case, the selection of the optimal option for osteoreplacement and reconstructive materials, as well as rational prosthetics.

One way to solve this problem is to replace large defects of the mandible through the simultaneous implantation of dental implants and the use of endoprotheses for the temporomandibular joint. These issues remain understudied and are of considerable scientific and practical interest.

Key words: bone defect, osteogenesis, mandible, osteoregeneration, autogenous, allogenic, xenogenic, and allopastic graft.

Connection of the publication with planned research works.

The work is part of an initiative by the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery: «Diagnosis, surgical and medical treatment of patients with injuries, defects and deformities of tissues, inflammatory processes of maxillofacial localization» (state registration number 0119U1026).

Introduction.

Defects and deformities of the maxillofacial region occupy a significant place in the practice of dental surgeons and maxillofacial surgeons. Often, defects of the mandible lead to a disruption in the continuity of the mandibular arch, which, in turn, causes disturbances in chewing, swallowing, and speech functions, as well as leading to pronounced cosmetic defects in the lower face. Such patients are unable to return to their professional activities, interact fully in public places, communicate effectively, and lead an active social life [1, 2, 3].

When planning reconstructive surgery in the maxillofacial region, the primary goal is not only to restore function but also to restore the anatomical integrity of the facial skeleton and restore the facial contours. Restoring the harmonious proportions of the facial skeleton is a key task in maxillofacial surgery [4, 5].

Various techniques have been and continue to be used to replace defects: osteotomy of the mandible, transplantation of allogeneic bone grafts, use of auto-

grafts, endoprotheses made of titanium, hydroxyapatite, graphite (in combination or separately), as well as transplantation of free flaps with bone autografts using microsurgical techniques [6, 7, 8].

However, the problem of effective treatment and acceleration of reparative regeneration processes remains unresolved. To date, there are insufficient scientifically based recommendations for treating patients with mandible defects. Maxillofacial surgeons and oncologists often lack sufficient knowledge about this issue [1, 9, 10].

The problem of restoring and preserving bone tissue volume during various surgical interventions on the jaws remains extremely relevant despite significant progress in reconstructive surgery [2, 11]. Considering all the above, it is clear that improving the efficiency of bone tissue repair and regeneration processes, accelerating bone defect healing, and finding optimal methods for eliminating mandibular defects and deformities are pressing issues in modern maxillofacial surgery [5, 12, 13].

The aim of the study.

To summarise the available data characterising the manifestations, clinical course, diagnosis and treatment of defects and deformities of the mandible.

Object and research methods.

Analysis of current scientific, experimental, and clinical studies based on a review of medical literature

from the Scopus, Web of Science, and PubMed databases over the past 10 years.

Main part.

Defects and deformities of the maxillofacial region are classified according to their causes. There are post-traumatic, after the removal of tumours and tumour-like formations, after various forms of diffuse inflammatory and destructive processes, the treatment of which in some cases leads to the formation of defects that require restoration.

The main stage of dental transplantation is often preceded by reconstructive and bone-plastic surgery, which utilises bone and synthetic materials to create a sufficient volume of bone tissue and restore alveolar ridge height. The volume of bone at the site of the intended implantation is one of the main conditions determining the effectiveness of long-term treatment results [14, 15].

Currently, a wide range of different transplant materials is available for replacing bone defects. They vary in composition, shape and properties. Numerous surgical techniques and a wide range of materials for replacing mandibular defects have been proposed. The search for new bone-plastic materials and surgical techniques has become increasingly widespread in recent years. Many researchers are working in this area.

Traditionally, avascular autografts, formalinised or lyophilised allografts, as well as their combination (autologous allografts) or combined osteoplasty are used to replace defects of the mandible [5, 16].

Materials for bone grafting are traditionally classified into four categories: autogenous, allogenic, xenogenic, and alloplastic. The effectiveness of autogenous bone tissue in repairing jaw defects has been proven by many years of clinical experience. Today, autologous bone is the most effective transplant material for bone reconstruction. Due to their natural biological properties, autogenous grafts activate all three mechanisms of bone formation: osteoconductive, osteoinductive and osteogenic [2, 3, 17, 18].

In order to eliminate large defects in bone tissue, autografts from the ilium, parietal bone, tibia, scapula, and ribs are used. The ilium contains both cortical and cancellous bone in large quantities and is easily modelled. Autografts from the iliac crest allow for the repair of significant bone defects. The operation requires hospitalisation of the patient for 8-10 days. Other authors have achieved good results with free iliac crest transplantation. They believe that the spongy consistency of the iliac bone promotes faster vascularisation and regeneration. On the other hand, transplants from the iliac crest are more prone to resorption than transplants from the symphysis of the mandible [19, 20, 21].

DR Hunt and SA Jiovanovic used autografts from donor sites (such as the mandibular symphysis, iliac crest, and tibial tuberosity) in the form of bone chips or small fragments of bone tissue. The cranial bone contains more cortical than cancellous tissue, which provides sufficient material for facial reconstruction and creates a solid base for implantation. Unlike the iliac bone, the cortical bone of the cranium is of high quality, less prone to resorption, and allows for the reconstruction of large defects without compromising aesthetics. The use of bones from the cranial vault pro-

vides for a dense cortical graft with slow resorption, which may be associated with an increased content of bone growth factors in the cranium. The risk of neurological postoperative complications is minimal, and postoperative discomfort for the patient is reduced compared to other donor sites.

The indisputable advantages of autogenous bone grafting are complete biocompatibility, lack of immunogenicity, and the ability to rapidly revascularize with the formation of organotypic bone tissue. The absence of risk of iatrogenic infection transmission and low material costs associated with graft harvesting make this material an almost ideal substrate for bone reconstruction. That is why autogenous bone is called the «gold standard» in bone reconstructive surgery [2, 22].

The main disadvantages of avascular bone grafts are partial or complete resorption after transplantation, the development of osteomyelitis, an increase in the volume of surgery due to the need to harvest bone material, and additional surgical trauma, which is not always acceptable to patients and their relatives. Although the technical performance of operations to replace mandible defects is relatively simple, they are not without drawbacks. The primary issues include rejection, frequent resorption of grafts, and challenges in securing removable prostheses during the rehabilitation period.

Technical difficulties arising during autoplasty, problems with preparation and storage, as well as a significant percentage of complications during allogeneic transplantations have increased interest in the use of new materials for endoprosthetics of mandible defects – titanium, PolyGAP, carbon fibre, ceramics and others.

Allogeneic materials have been proposed as an alternative to autogenous bone, allowing for the avoidance of additional surgical trauma, reduction in the duration of the reconstructive procedure, and decreased blood loss. Frozen allografts – lyophilised, demineralised and irradiated – have become the most widely used in clinical practice. Untreated allografts exhibit pronounced antigenic properties, whereas existing processing methods significantly reduce their antigenicity while preserving the graft's properties over a long period [1-3, 23].

Allogenic grafts allow avoiding additional surgical trauma, reducing the duration of the reconstructive procedure and reducing blood loss. The disadvantages of such grafts are additional costs for preservation to reduce the risk of possible infection of the recipient (lyophilisation, demineralisation, freezing, gamma irradiation). The use of alloplastic materials as fillers enables significant clinical improvements. However, from a histological point of view, they act as biological fillers, causing insignificant (or no) bone regeneration, which results in very limited regeneration. At the same time, it has been noted that the combined effects of lyophilisation and gamma ray sterilisation enhance this effect. Cadaveric material may contain hepatitis viruses, HIV and others. Many sterilisation methods destroy the osteoinductive component of the graft. Rejection and resorption of allogeneic grafts due to immune conflict occur in 6-35% of cases.

To enhance the osteoinductive properties of lyophilised bone allografts, they are subjected to demineral-

isation. Demineralised materials have low mechanical stability and change shape under mechanical stress due to their elasticity. The disadvantages of allograft demineralisation include the complexity of preparation and storage, as well as the risk of immune conflict. Xenotransplantation is a relatively inexpensive type of transplantation; however, rapid resorption of grafts after transplantation is often observed, which is why this method has not been widely used recently [6, 9, 24].

Combined grafts are various combinations of tissue structures, including autogenous grafts and allogeneic bone tissues, hydroxyapatite and xenotissues, and xenotissues and synthetic plastic materials. In practice, autografts and allografts are most commonly used. Their combined use expands the possibilities for bone tissue restoration with less trauma.

The osteoinductive effect of autogenous grafts stimulates not only the cells of the bone bed but also the cells of the graft itself. Bone formation with a combined graft may be even more effective than reconstruction with each of these materials separately. Allogeneic materials also include reconstructive titanium plates, various bridge-like devices, and steel pins, among others.

Currently, reconstructive titanium plates and endoprostheses are the most widely used. This is due to several significant advantages. First, it is the simplest method of replacing a segmental defect of the mandible. Second, it is accessible and relatively inexpensive. When using a reconstructive plate, no additional surgery is required in the donor area, eliminating the need for a second team of surgeons to collect grafts. The rehabilitation period is significantly shorter, which is particularly important for elderly patients and those with a poor prognosis [11, 14, 20].

At the same time, their use is limited in cases of soft tissue deficiency or when high doses of radiation therapy are administered. Possible complications include plate fracture and osteomyelitis of the terminal fragments. The use of revascularised autografts has been a significant breakthrough in maxillofacial surgery. A revascularized autograft is a complex of autologous tissue that has an axial blood circulation system with the prospect of restoring nutrition from the recipient area's vessels. The introduction of microsurgical tissue autografting has made it possible to replace large defects with vascularised autografts.

Today, microsurgical autotransplantation is used in reconstructive and restorative surgery of the face and jaws. This method allows for the restoration of defects of various shapes, sizes, and compositions. Autotransplants on microvascular anastomosis with the inclusion of bone tissue can be:

1. rib with fragments of the pectoralis major and minor muscles;
2. scapula with a fragment of the trapezius muscle;
3. fibula with a skin-fascial bed;
4. clavicle with the inclusion of the sternocleidomastoid muscle;
5. rib on the intercostal arteries;
6. radius with skin-fascial flap from the forearm;
7. iliac crest;
8. scapula without muscle.

It should be emphasised that ileum and fibula grafts are most commonly used for mandibular reconstruction. Despite the significant success of reconstructive and restorative surgery of the maxillofacial region using various vascularised autografts, these procedures are complex and traumatic, and many questions regarding possible complications (infection, rejection, complete or partial resorption) and prognosis remain insufficiently studied.

Dikov Yu.Yu. divided complications after reconstructive surgery into:

- general surgical;
- complications associated with the plastic material used (transplant necrosis);
- complications in the donor area.

According to the same author, various complications were noted in 21.4% of cases. The most common complication was the development of pneumonia in the early postoperative period. Favourable factors include the long duration of surgery, severe bacterial contamination of the oral cavity, the need for tracheostomy, hypodynamia in the postoperative period, immunodeficiency due to cancer and chemotherapy. This complication was observed in 8.3% of patients who underwent reconstruction. The second most common complication was gastrointestinal bleeding, which developed in 7.1% of patients. Three (3.6%) patients had deep vein thrombosis of the lower leg, and two of them developed PE. There were also frequent cases of total and marginal necrosis of transplanted flaps, which are primarily associated with microanastomotic thrombosis [2, 3, 17, 25].

Many microsurgery manuals recommend waiting 30 minutes after starting the flap and assessing the blood supply to the graft and the condition of the anastomoses. Suppose there is any doubt about the functioning of the microanastomoses. In that case, the cause should be sought: a technical defect, twisting of the vascular pedicle, its compression during graft fixation, and the presence of a parietal thrombus in the artery or vein of the flap. Among donor complications, wound infection and the formation of hypertrophic scars are most often noted.

In view of the above, it is particularly important to find materials and surgical procedures that, in addition to their pronounced osteoplastic effect, are resistant to bacterial influence, more gentle and affordable.

Defects and deformities of the mandible are often accompanied by ankylosis and secondary deformities of the temporomandibular joint (TMJ). In addition to bone deformities of the facial skeleton, persistent dysfunction of the masticatory and facial muscles develops. Therefore, the restoration of defects of the mandible and TMJ occupies a significant place in reconstructive surgery of the maxillofacial region.

The most complex types of TMJ pathology include ankylosis, conditions after resection of the condyles due to dysplastic processes of the mandible, damage to its branches and condyles, especially in cases of fractures of the mandibular head and its dislocations, as well as deforming arthrosis with a sharp violation of the range of motion of the mandible.

These pathological conditions require surgical intervention on the joint, involving the removal of altered

tissues, restoration of joint function, occlusal relationships, and elimination of facial skeleton deformities. Synthetic materials and autologous tissues are used for this purpose. The discovery and study of the properties of biocompatible materials have contributed to the creation and introduction of TMJ endoprostheses and their components into clinical practice.

Recently, numerous publications in the literature have focused on TMJ endoprosthetics for eliminating mandible defects after resection with exarticulation. Biological compatibility, availability of materials, the possibility of individual modelling, and relative technical simplicity are significant advantages of TMJ implantation over other treatment methods [1, 7, 17, 18].

At the current stage of development of reconstructive surgery, the use of TMJ implants is the most promising alternative to transplantation or osteotomy. The question of the stages of surgical intervention in the treatment of patients with TMJ ankylosis and concomitant dysgnathia remains controversial. Currently, the generally accepted tactic involves the elimination of facial skeletal deformities followed by the removal of ankylosis at the final stage of treatment.

Regarding acquired defects and deformities of the mandible, a set of measures is envisioned to eliminate the defect and normalise functions, facial aesthetics, and psycho-emotional state. The success of prosthetics depends on the condition of the prosthetic bed, particularly the bone base and the mucous membrane of the regenerate. Problems arise when the graft is incorrectly positioned, which can cause difficulties with the fixation of the removable prosthesis.

Planning orthopaedic measures and selecting the design of the prosthesis after mandibular osteoplasty in each specific case is carried out individually, strictly according to the indications. After reconstructive surgery on the mandible, the conditions for the use of both fixed and removable prosthesis designs (partial plate, clasp and full removable prostheses with various types of fixing elements) are taken into account. It is necessary to thoroughly study the issues of improving the functional results of bone grafting and developing methods for rational prosthetics. This problem is particularly relevant today, as surgical treatment for this group of patients has reached a high level, considering the significant advancements in the field of dental implantology. Analysing the literature review, it can be concluded that the problem of orthopaedic treatment after reconstructive bone-plastic surgery on the mandible has not been sufficiently studied. Such prostheses are usually uncomfortable, heavy, and removable and do not provide a complete restoration of the preoperative level of chewing efficiency. Removable prostheses cannot completely eliminate facial deformities or compensate for bone loss. In some cases, removable prostheses can restore the contour and appearance of the lower lip and reduce salivation; however, they often have limited functionality, especially in cases of tongue dysfunction.

Prostheses located on the mandible and supported by implants and alveolar ridge tissues in the distal sections provide the best retention and stabilisation. Analysis of the literature reveals that the need for rehabilitation measures for patients with jawbone defects

remains high. Despite significant advances in bone tissue reconstruction using various materials, one of the most difficult problems remains the restoration of chewing function and aesthetic parameters. This confirms the relevance of further study on the problem of orthopaedic rehabilitation of patients after reconstructive bone-plastic surgery, particularly with the use of dental implants.

Thus, the choice of osteoplastic materials and methods of reconstructive surgery in the treatment of mandibular defects and deformities must meet the following requirements: be as reliable as possible, restore the function of the dentofacial system, cause minimal facial aesthetic disturbances, and have a low risk of complications. The successful solution to this problem depends on the correct choice of reconstruction method in each specific case, as well as on the technical execution and the selection of osteoplastic material. The proper choice of plastic replacement for a mandible defect is a complex and not yet fully resolved problem, depending on many factors and must be selected individually, taking into account the location, size of the defect, the cause of its occurrence (tumour, trauma, inflammatory processes, etc.), the patient's age, concomitant diseases, the equipment of the clinic and the experience of the surgeon.

A promising direction in mandible reconstruction is the replacement of significant defects through the simultaneous use of bone replacement material and dental implants, allowing for high-quality orthopaedic rehabilitation with improved chewing efficiency.

Conclusions.

In view of the above, improving the effectiveness and speeding up the treatment of patients with mandible defects and deformities is based on the correct choice of surgical intervention in each specific case, the selection of the optimal option for bone replacement and reconstructive materials, as well as rational prosthetics. Analysing scientific research by domestic and foreign authors, it becomes clear that, despite the successes achieved in restoring defects and deformities of the mandible, the problem of functional rehabilitation for such patients remains relevant. Surgical interventions using microsurgical techniques are increasingly employed in practice and require further refinement.

One way to solve this problem is to replace large defects in the mandible through the simultaneous implantation of dental implants and the use of endoprostheses for the temporomandibular joint. These issues remain understudied and are of considerable scientific and practical interest.

Prospects for further research.

Further study of osteoplastic materials will help to replace defects and deformities of the mandible more effectively, determine the prognosis of the disease at different stages, and improve the quality of life of patients.

ОСТЕОПЛАСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗАМІЩЕННЯ ДЕФЕКТІВ І ДЕФОРМАЦІЙ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ – СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

steblovskidmitri@gmail.com

Мета дослідження – узагальнити наявні дані, які характеризують прояви, клінічний перебіг, діагностику та лікування дефектів і деформацій нижньої щелепи.

Проведено аналіз сучасних наукових, експериментальних та клінічних досліджень на основі вивчення медичної літератури з баз даних Scopus, Web of Science, PubMed за останні 10 років.

Під час планування реконструктивних хірургічних втручань у щелепно-лицьовій ділянці, окрім відновлення функції, основним завданням є відновлення анатомічної цілісності лицевого черепа та відновлення контурів обличчя. Проблема відновлення гармонійних пропорцій лицевого черепа є одним із ключових завдань щелепно-лицьової хірургії.

Вибір остеопластичних матеріалів та методів реконструктивних оперативних втручань при лікуванні дефектів і деформацій нижньої щелепи повинен відповідати таким вимогам: бути максимально надійним, відновлювати функцію зубощелепної системи, не викликати виражених порушень естетики обличчя та мати мінімальний ризик ускладнень. Правильний вибір пластичного заміщення дефекту нижньої щелепи є складною і до кінця не вирішеною проблемою, що залежить від багатьох факторів і має підбиратися індивідуально, з урахуванням локалізації, розміру дефекту, причини його виникнення (пухлина, травма, запальні процеси тощо), віку пацієнта, супутніх захворювань, оснащеності клініки та досвіду хірурга.

Перспективним напрямом у реконструкції нижньої щелепи є заміщення значних дефектів з одномоментним використанням остеозамінного матеріалу та дентальних імплантатів, що дозволяє провести якісну ортопедичну реабілітацію з покращенням жувальної ефективності.

Зважаючи на вищесказане, підвищення ефективності та прискорення термінів лікування хворих із дефектами та деформаціями нижньої щелепи ґрунтується на правильному виборі способу оперативного втручання в кожному конкретному випадку, підборі оптимального варіанту остеозамінних та реконструктивних матеріалів, а також на раціональному протезуванні.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є заміщення великих дефектів нижньої щелепи з одномоментним вживленням зубних імплантатів та використанням ендопротезів скронево-нижньощелепного суглоба. Ці питання залишаються малодослідженими і мають значний науково-практичний інтерес.

Ключові слова: кістковий дефект, остеогенез, нижня щелепа, остеорегенерація, аутогенні, аллогенні, ксеногенні та алопластичні трансплантати.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом ініціативної теми кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії: «Діагностика, хірургічне та медикаментозне лікування пацієнтів з травмами, дефектами та деформаціями тканин, запальними процесами щелепно-лицьової локалізації» (номер держреєстрації 0119U1026).

Вступ.

Дефекти та деформації щелепно-лицьової ділянки займають значне місце в практиці хірургів-стоматологів і щелепно-лицьових хірургів. Часто дефекти нижньої щелепи призводять до порушення безперервності нижньощелепної дуги, що, у свою чергу, викликає порушення функцій жування, ковтання, мовлення, а також призводить до виражених косметичних дефектів у нижній зоні обличчя. Такі пацієнти не можуть повернутися до своєї професійної діяльності, перебувати у громадських місцях, повноцінно спілкуватися та жити активним соціальним життям [1, 2, 3].

Під час планування реконструктивних хірургічних втручань у щелепно-лицьовій ділянці, окрім відновлення функції, основним завданням є відновлення

анатомічної цілісності лицевого черепа та відновлення контурів обличчя. Проблема відновлення гармонійних пропорцій лицевого черепа є одним із ключових завдань щелепно-лицьової хірургії [4, 5].

З метою заміщення дефектів застосовувалися і продовжують застосовуватися різні методики: остеотомії нижньої щелепи, трансплантація алогенних кісткових трансплантатів, використання ауто-трансплантатів, ендопротезів із титану, гідроксиапатиту, графіту (у поєднанні або окремо), а також пересадка вільних клаптів із кістковими ауто-трансплантатами із застосуванням мікрохірургічної техніки [6, 7, 8].

Однак проблема ефективного лікування та прискорення процесів репаративної регенерації залишається до кінця не вирішеною. На сьогодні науково обґрунтовані рекомендації щодо лікування пацієнтів із дефектами нижньої щелепи розроблені недостатньо. Щелепно-лицьові хірурги та лікарі-онкологи часто не мають достатньої поінформованості щодо цієї проблематики [1, 9, 10].

Проблема відновлення та збереження обсягу кісткової тканини при проведенні різних хірургічних втручань на щелепах залишається надзвичайно актуальною, незважаючи на значний прогрес у рекон-

сті трансплантатів протягом тривалого періоду часу [1-3, 23].

Алогенні трансплантати дозволяють уникнути додаткової операційної травми, скоротити тривалість реконструктивної процедури та зменшити обсяг крововтрати. Недоліками таких трансплантатів є додаткові витрати на консервацію для зменшення ризику можливого зараження реципієнта (ліофілізація, демінералізація, заморожування, гамма-опромінення). Використання алопластичних матеріалів як наповнювачів дозволяє досягти значного клінічного покращення. Однак, з гістологічної точки зору, вони виконують роль біологічних наповнювачів і викликають незначну (або не викликають взагалі) регенерацію кістки, що призводить до дуже обмеженої регенерації. У той же час зазначено, що цей ефект посилюється при комбінованому впливі ліофілізації та стерилізації гамма-променями. Трупний матеріал може містити віруси гепатиту, ВІЛ та інші. Багато методів стерилізації знищують остеоіндуктивний компонент трансплантата. Відторгнення та розсмоктування алогенного трансплантата внаслідок імунного конфлікту відбувається у 6-35% випадків.

Для посилення остеоіндуктивних властивостей ліофілізованих кісткових алотрансплантатів їх піддають демінералізації. Демінералізовані матеріали мають низьку механічну стійкість і змінюють форму при механічному навантаженні через свою еластичність. До недоліків демінералізації алокістки належить складність заготівлі та зберігання, а також збереження ризику імунного конфлікту. Ксенотрансплантація – відносно дешевий вид трансплантації, проте часто спостерігається швидка резорбція трансплантатів після пересадки, через що останнім часом цей метод не застосовується [6, 9, 24].

Комбіновані трансплантати являють собою різні комбінації тканинних структур: аутогенних трансплантатів та алогенних кісткових тканин, гідроксиапатиту та ксенотканин, ксенотканин та синтетичних пластичних матеріалів. На практиці найчастіше використовують ауто- та алотрансплантати. Їхнє комбіноване застосування розширює можливості відновлення кісткової тканини з меншою травмою.

Остеоіндуктивна дія аутогенного трансплантата стимулює не лише клітини кісткового ложа, а й клітини самого трансплантата. Формування кістки комбінованим трансплантатом може бути навіть ефективнішим, ніж при реконструкції кожного із цих матеріалів окремо. До алогенних матеріалів також належать реконструктивні титанові пластини, різні мостоподібні пристрої, сталеві спиці тощо.

Наразі найбільшого поширення набули реконструктивні титанові пластини та ендопротези. Це пов'язано з низкою суттєвих переваг. По-перше, це найпростіший метод заміщення сегментарного дефекту нижньої щелепи. По-друге, він доступний і відносно недорогий. При використанні реконструктивної пластини не потрібна додаткова операція у донорській області, немає необхідності в участі другої бригади хірургів для забору трансплантатів, значно коротший реабілітаційний період, що є важливим для хворих похилого віку та пацієнтів з поганим прогнозом [11, 14, 20].

Водночас їх застосування обмежене у випадках дефіциту м'яких тканин або при підвищених дозах

променевої терапії. Можливі ускладнення включають перелом пластин, остеомієліт кінцевих фрагментів. Значним проривом у щелепно-лицевій хірургії стало використання реваскуляризованих ауто-трансплантатів. Реваскуляризований ауто-трансплантат – це комплекс аутоканини, що має осьову систему кровообігу з перспективою відновлення живлення від судин реципієнтної області. Впровадження мікрохірургічної ауто-трансплантації тканин дозволило здійснювати заміщення великих дефектів васкуляризованими ауто-трансплантатами.

На сьогодні мікрохірургічна ауто-трансплантація знайшла застосування в реконструктивно-відновлювальній хірургії обличчя та щелеп. Цей метод дозволяє відновлювати дефекти різної форми, величини та складу. Ауто-трансплантатами на мікросудинному анастомозі з включенням кісткової тканини можуть бути:

1. ребро з включенням фрагментів великого та малого грудних м'язів;
2. лопаткова кістка з включенням фрагмента трапецієподібного м'яза;
3. маломілкува кістка зі шкірно-фасціальним майданчиком;
4. ключиця з включенням грудино-ключично-соскоподібного м'яза;
5. ребро на міжреберних артеріях;
6. променева кістка з шкірно-фасціальним клаптом з передпліччя;
7. гребінь клубової кістки;
8. лопаткова кістка без м'яза.

Слід підкреслити, що для реконструкції нижньої щелепи найчастіше використовуються клубова кістка і маломілкува трансплантати. Незважаючи на значний успіх реконструктивно-відновлювальної хірургії щелепно-лицьової області з використанням різних васкуляризованих ауто-трансплантатів, вони є складними, травматичними, і багато питань щодо можливих ускладнень (інфікування, відторгнення, повне або часткове розсмоктування) та прогнозування залишаються недостатньо вивченими.

Діков Ю.Ю. розділив ускладнення після реконструктивних операцій на:

- загальнохірургічні;
- ускладнення, пов'язані з використаним пластичним матеріалом (некрози трансплантатів);
- ускладнення в донорській зоні.

За даними того ж автора, різні ускладнення відзначені у 21,4% випадків. Найчастішим ускладненням стало розвиток пневмонії в ранньому післяопераційному періоді. Сприятливими факторами є: велика тривалість операції, виражене бактеріальне обсіменіння порожнини рота, необхідність накладання трахеостоми, гіподинамія в післяопераційному періоді, імунodefіцитний стан у зв'язку з наявністю онкологічного захворювання та проведенням хіміотерапії. Це ускладнення зазначено у 8,3% пацієнтів, яким було виконано реконструкцію. Другою за частотою була шлунково-кишкова кровотеча, яка розвивалася у 7,1% пацієнтів. У 3 (3,6%) пацієнтів відмічено тромбоз глибоких вен гомілки, і у 2 з них розвинулася ТЕЛА. Також нерідко зустрічалися випадки тотального та крайового некрозу пересаджених клаптів, що багато в чому пов'язані з тромбозом мікроанастомозів [2, 3, 17, 25].

У багатьох посібниках з мікрохірургії рекомендується почекати 30 хвилин після запуску клаптя та оцінити кровопостачання трансплантата і стан анастомозів. Якщо є сумнів у функціонуванні мікроанастомозів, слід шукати причину: технічний дефект, перекут судинної ніжки, її здавлення під час фіксації трансплантата, наявність пристінкового тромбу в артерії або вені клаптя. Серед донорських ускладнень найчастіше відзначається інфікування рани та утворення гіпертрофічних рубців.

З огляду на вищесказане, особливо актуальним є пошук матеріалів та оперативних втручань, які поряд із вираженою остеопластичною дією мали б стійкість до бактеріального впливу, були більш щадними та доступними.

Часто дефекти та деформації нижньої щелепи супроводжуються анкілозами та вторинними деформаціями скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС). Крім кісткових деформацій лицьового скелета, розвивається стійка дисфункція жувальних і м'язів. Тому відновлення дефектів нижньої щелепи та СНЩС займає значне місце в реконструктивній хірургії щелепно-лицьової області.

До найбільш складних видів патології СНЩС належать анкілози, стани після резекції виросткових відростків у зв'язку з диспластичними процесами нижньої щелепи, ушкодження її гілок і виросткових відростків, особливо при переломах головки нижньої щелепи та її вивихах, а також деформуючі артрози з різким порушенням обсягу рухів нижньої щелепи.

Ці патологічні стани потребують оперативних втручань на суглобі з видаленням змінених тканин, відновленням функції зчленування, оклюзійних взаємин та ліквідацією деформації лицьового скелета. Для цього застосовуються синтетичні матеріали та аутоканини. Відкриття та вивчення властивостей біологічно сумісних матеріалів сприяли створенню та впровадженню в клінічну практику ендопротезів СНЩС та його елементів.

Останнім часом у літературі з'явилося багато публікацій, присвячених ендопротезуванню СНЩС при усуненні дефектів нижньої щелепи після її резекції з ексартікуляцією. Біологічна сумісність, доступність матеріалів, можливість індивідуального моделювання, а також відносна технічна простота є суттєвими перевагами імплантації СНЩС перед іншими методами лікування [1, 7, 17, 18].

На сучасному етапі розвитку реконструктивної хірургії використання імплантатів СНЩС є найбільш перспективною альтернативою трансплантації або проведенню остеотомії. Питання про етапність оперативних втручань при лікуванні пацієнтів з анкілозом СНЩС та супутньою дисгнатією залишається дискусійним. Наразі загальноприйнята тактика передбачає ліквідацію деформації лицьового скелета з подальшим усуненням анкілозу на завершальному етапі лікування.

Щодо набутих дефектів і деформацій нижньої щелепи, передбачається комплекс заходів, спрямованих на усунення дефекту, нормалізацію функцій, естетики обличчя та психоемоційного стану. Результат протезування залежить від стану протезного ложа, зокрема кісткової основи та слизової оболонки регенерату. Проблеми виникають при неправильному

розташуванні трансплантата, що може спричинити труднощі з фіксацією знімного протеза.

Планування ортопедичних заходів та вибір конструкції протеза після остеопластики нижньої щелепи в кожному конкретному випадку здійснюється індивідуально, строго за показаннями. Після відновлювальних операцій на нижній щелепі враховуються умови для використання як незнімних, так і знімних конструкцій протезів (часткові пластинкові, бюгельні та повні знімні протези з різними видами фіксуючих елементів). Необхідне ретельне вивчення питань покращення функціональних результатів кісткової пластики та розробка методів раціонального протезування. Ця проблема стає особливо актуальною в наш час, коли хірургічне лікування цієї групи хворих досягло високого рівня, з урахуванням значних досягнень у галузі дентальної імплантології. Аналізуючи літературний огляд, можна зробити висновок, що проблема ортопедичного лікування після реконструктивних кістково-пластичних операцій на нижній щелепі вивчена недостатньо. Такі протези, як правило, є незручними, важкими, знімними та не забезпечують повного відновлення доопераційного рівня жувальної ефективності. Знімні протези не можуть повністю усунути деформації обличчя або компенсувати втрату кісткової тканини. У деяких випадках знімні протези дозволяють відновити контур і косметику нижньої губи та зменшити витікання слини, але часто, особливо при дисфункції мови, такі протези мають низьку функціональність.

Протези, що розташовані на нижній щелепі та спираються на імплантати і тканини гребенів альвеолярних відростків у дистальних відділах, забезпечують найкращі показники ретенції та стабілізації. Аналіз літературних даних показує, що потреба у реабілітаційних заходах для пацієнтів із дефектами кісткової тканини щелеп залишається високою. Незважаючи на значні успіхи в реконструкції кісткової тканини із застосуванням різних матеріалів, однією з найскладніших проблем залишається відновлення функції жування та естетичних параметрів. Це підтверджує актуальність подальшого вивчення проблеми ортопедичної реабілітації пацієнтів після реконструктивних кістково-пластичних операцій, зокрема із застосуванням дентальних імплантатів.

Таким чином, вибір остеопластичних матеріалів та методів реконструктивних оперативних втручань при лікуванні дефектів і деформацій нижньої щелепи повинен відповідати таким вимогам: бути максимально надійним, відновлювати функцію зубощелепної системи, не викликати виражених порушень естетики обличчя та мати мінімальний ризик ускладнень. Успішне вирішення цієї проблеми залежить від правильного вибору методу реконструкції в кожному конкретному випадку, від технічного виконання та вибору остеозамінного матеріалу. Правильний вибір пластичного заміщення дефекту нижньої щелепи є складною і до кінця не вирішеною проблемою, що залежить від багатьох факторів і має підбиратися індивідуально, з урахуванням локалізації, розміру дефекту, причини його виникнення (пухлина, травма, запальні процеси тощо), віку пацієнта, супутніх захворювань, оснащеності клініки та досвіду хірурга.

Перспективним напрямом у реконструкції нижньої щелепи є заміщення значних дефектів з одномо-

ментним використанням остеозамінного матеріалу та дентальних імплантатів, що дозволяє провести якісну ортопедичну реабілітацію з покращенням жувальної ефективності.

Висновки.

Зважаючи на вищесказане, підвищення ефективності та прискорення термінів лікування хворих із дефектами та деформаціями нижньої щелепи ґрунтується на правильному виборі способу оперативного втручання в кожному конкретному випадку, підборі оптимального варіанту остеозамінних та реконструктивних матеріалів, а також на раціональному протезуванні. Аналізуючи наукові дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів, стає очевидним, що, незважаючи на досягнуті успіхи у відновленні дефектів та деформацій нижньої щелепи, проблема функціональної реабілітації таких пацієнтів залиша-

ється актуальною. Оперативні втручання з використанням мікрохірургічної техніки дедалі частіше застосовуються на практиці та потребують подальшого вдосконалення.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є заміщення великих дефектів нижньої щелепи з одноментним вживленням зубних імплантатів та використанням ендопротезів скронево-нижньощелепного суглоба. Ці питання залишаються малодослідженими і мають значний науково-практичний інтерес.

Перспективи подальших досліджень.

Подальше вивчення остеопластичних матеріалів допоможе більш якісніше замінювати дефекти і деформації нижньої щелепи, визначати прогноз захворювання на різних стадіях та покращити якість життя пацієнтів.

References / Література

- Pohorielov MV, Danilchenko SM, Kalinkevich OV, Kalinkevich OM, Tkach GF, Bumeister VI, et al. Materialy dlia plastyky kistkovykh defektiv – suchasnyi stan problemy (ohliad literatury ta rezultaty vmasnykh doslidzhen). Visnyk Sums'koho derzhavnoho universytetu. Seriya Medytsyna. 2011;1:52-65. [in Ukrainian].
- Ruzhytska OV. Perspektyvy vykorystannia zhyrovoho tila shcheky dlia zakryttia defektiv alveoliarnykh vidrostkiv shchelep. Klinichna Stomatolohiia. 2018;3:75-81. [in Ukrainian].
- Tsuperiak SS, Mochalov YuO. Napriamky vdoskonalennia osteoplastychnykh materialiv dlia stomatolohii. Ohliad. Medychna nauka Ukrainy. 2022;18(4):94-105. [in Ukrainian].
- Giannoudis PV, Dinopoulos H, Tsiridis E. Bone substitutes: an update. Injury. 2005;36(3):S20-7.
- Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. Eur Spine J. 2001;10(2):S96-101.
- Bauer TW, Muschler GF. Bone graft materials: an overview of the basic science. Clin Orthop Relat Res. 2000;371:10-27.
- Finkemeier CG. Bone-grafting and bone-graft substitutes. J Bone Joint Surg Am. 2002;84(3):454-64.
- Laurencin CT, Khan Y, El-Amin SF. Bone graft substitutes. Expert Rev Med Devices. 2006;3(1):49-57.
- Gottlow J, Nyman S, Lindhe J, Karring T, Wennström J. New attachment formation as the result of controlled tissue regeneration. J Clin Periodontol. 1984;11(8):494-503.
- Schliephake H. Bone growth factors in maxillofacial skeletal reconstruction. Int J Oral Maxillofac Surg. 2002;31(5):469-84.
- Jensen OT, editor. The Sinus Bone Graft. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publishing Co; 2006. 366 p.
- Misch CM. Autogenous bone: is it still the gold standard? Implant Dent. 2010;19(5):361.
- Delloe C, Cornu O, Druet V, Barbier O. Bone allografts: what they can offer and what they cannot. J Bone Joint Surg Br. 2007;89(5):574-9.
- Khan SN, Cammisa FP Jr, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. The biology of bone grafting. J Am Acad Orthop Surg. 2005;13(1):77-86.
- De Long WG Jr, Einhorn TA, Koval K, McKee M, Smith W, Sanders R, et al. Bone grafts and bone graft substitutes in orthopaedic trauma surgery. A critical analysis. J Bone Joint Surg Am. 2007;89(3):649-58.
- Aro HT, Aho AJ. Clinical use of bone allografts. Ann Med. 1993;25(4):403-12.
- Friedlaender GE. Bone grafts. The basic science rationale for clinical applications. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(5):786-90.
- Vaccaro AR. The role of the osteoconductive scaffold in synthetic bone graft. Orthopedics. 2002;25(5):s571-8.
- Burchardt H. The biology of bone graft repair. Clin Orthop Relat Res. 1983;174:28-42.
- Lokes K, Kiptilya A, Skikevych M, Steblovskiy D, Lychman V, Bilokon S, et al. Microbiological substantiation of the effectiveness of quercetin and its combination with ethylmethylhydroxypyridine succinate in the complex treatment of odontogenic phlegmon and maxillofacial abscesses. Front Oral Health. 2024;5:1338258. DOI: [10.3389/froh.2024.1338258](https://doi.org/10.3389/froh.2024.1338258).
- Steblovskiy D, Bondarenko V, Popovych I. Morfolohichne obhruntuvannia provedennia plastychnykh ta rekonstruktyvnykh operatyvnykh vtruchen u soskopodibnii diliansi. Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: Visnyk Ukrainskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii. 2019;19(2):138-141. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.19.2.138>. [in Ukrainian].
- Zandi M, Dehghan A, Talimkhani I, Rezaeian L, Mezerji MG. Morphological characteristics of reparative osteogenesis in mandibular repair with different osteoplastic materials. J Maxillofac Oral Surg. 2021;20(3):1-8.
- Al-Noaman A, Rawlinson SCF. A novel bioactive glass/graphene oxide composite coating for a polyether ether ketone-based dental implant. Eur J Oral Sci. 2023;131(2):e12915.
- Sprio S, Panzeri S, Montesi M, Dapporto M, Ruffini A, Dozio SM, et al. Hierarchical porosity inherited by natural sources affects the mechanical and biological behaviour of bone scaffolds. Journal of the European Ceramic Society. 2020;40(4):1717-1727.
- Tahmasebi E, Alam M, Yazdani M, Tabyanian H, Yazdani A, Seifalian A, et al. Current biocompatible materials in oral regeneration: a comprehensive overview of composite materials. J Mater Res Technol. 2020;9(5):11731-55.

ОСТЕОПЛАСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗАМІЩЕННЯ ДЕФЕКТІВ І ДЕФОРМАЦІЙ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ – СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Стебловський Д. В., Личман В. О., Торопов О. А., Попович І. Ю., Тернопольська С. І.

Резюме. Дефекти та деформації нижньої щелепи становлять серйозну медичну та соціальну проблему, що значно впливає на якість життя пацієнтів через порушення функцій жування, мовлення, зовнішнього вигляду та соціальної адаптації. Попри досягнення сучасної щелепно-лицьової хірургії, питання ефективного відновлення анатомічної цілісності нижньої щелепи та її функцій залишається відкритим. Мета дослідження: узагальнити наявні дані щодо проявів, діагностики, методів лікування та реабілітації пацієнтів з дефектами і деформаціями нижньої щелепи. Методи: аналіз наукових публікацій за останні 10 років із баз даних Scopus, Web of Science, PubMed.

Успішна реконструкція нижньої щелепи потребує індивідуального підходу до вибору трансплантаційних матеріалів (аутогенні, алогенні, ксеногенні, алопластичні) та методик. Аутогенні транспланти залишаються «золотим стандартом», але мають недоліки – резорбція, ускладнення в донорських зонах. Ендопротези з титану та мікрохірургічна трансплантація демонструють перспективність у складних випадках, хоча потребують тех-

нічного вдосконалення. Розробка комбінованих трансплантатів та одночасна імплантація зубних імплантатів дозволяє значно покращити функціональні й естетичні результати. Проблеми ортопедичної реабілітації після хірургічного лікування потребують подальших досліджень, зокрема в напрямку підвищення функціональності знімних і незнімних протезів.

Висновки: реконструктивна хірургія нижньої щелепи потребує комплексного підходу з урахуванням клінічної ситуації, анатомічних особливостей, віку пацієнта та доступних технологій. Перспективним є використання мікросудинних трансплантатів з одночасною дентальною імплантацією та ендопротезуванням СНЩС. Надалі необхідно зосередитися на розробці нових остеозамінних матеріалів та вдосконаленні реабілітаційних протоколів.

Ключові слова: кістковий дефект, остеогенез, нижня щелепа, остеорегенерація, аутогенні, аллогенні, ксеногенні та алопластичні трансплантати.

OSTEOPLASTIC MATERIALS FOR THE REPLACEMENT OF DEFECTS AND DEFORMITIES OF THE MANDIBLE – A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Steblovskiy D. V., Lychman V. O., Toropov O. A., Popovych I. Yu., Ternopolska S. I.

Abstract. Defects and deformities of the mandible present a serious medical and social issue, significantly affecting patients' quality of life due to impaired chewing, speech, appearance, and social adaptation. Despite advances in modern maxillofacial surgery, the effective restoration of the anatomical integrity and functionality of the mandible remains unresolved. The aim of the study: to summarize existing data on the manifestations, diagnosis, treatment methods, and rehabilitation of patients with mandibular defects and deformities. Methods: analysis of scientific publications from the past 10 years sourced from the Scopus, Web of Science, and PubMed databases.

Successful mandibular reconstruction requires an individualized approach to the selection of grafting materials (autogenous, allogenic, xenogenic, alloplastic) and surgical techniques. Autografts remain the "gold standard," yet they have drawbacks such as resorption and complications at donor sites. Titanium endoprostheses and microsurgical transplantation show promise in complex cases, although technical improvements are still needed. The development of combined grafts and simultaneous dental implantation significantly improves both functional and aesthetic outcomes. Orthopedic rehabilitation following surgical treatment requires further investigation, particularly in enhancing the functionality of both removable and fixed prostheses.

Conclusions: mandibular reconstructive surgery necessitates a comprehensive approach, taking into account the clinical scenario, anatomical features, patient age, and available technologies. The use of microvascular grafts combined with dental implantation and temporomandibular joint endoprosthetics appears to be a promising direction. Future efforts should focus on the development of novel bone substitute materials and the refinement of rehabilitation protocols.

Key words: bone defect, osteogenesis, mandible, osteoregeneration, autogenous, allogenic, xenogenic, and alloplastic graft.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Steblovskiy D. V.: <https://orcid.org/0000-0001-7907-8406>^{ABDF}

Lychman V. O.: <https://orcid.org/0000-0001-7953-7756>^{BF}

Toropov O. A.: <https://orcid.org/0000-0002-9805-5469>^{ED}

Popovych I. Yu.: <https://orcid.org/0000-0003-1720-095X>^{BD}

Ternopolska S. I.: <https://orcid.org/0009-0005-3773-1848>^{DF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Steblovskiy Dmytro Valeriyovych / Стебловський Дмитро Валерійович

Poltava State Medical University / Полтавський державний медичний університет

Ukraine, 36011, Poltava, 23 Shevchenko str. / Адреса: Україна, 36011, м. Полтава, вул. Шевченка 23

Tel.: +380506335795 / Тел.: +380506335795

E-mail: steblovskidmitri@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 статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 02.02.2025 / Стаття надійшла 02.02.2025 року

Accepted 29.04.2025 / Стаття прийнята до друку 29.04.2025 року