

DOI 10.29254/2077-4214-2022-3-166-137-147

UDC 616-007.246:617.52-007.61-031.4:617-089.844

¹Blesnyuk Zh. V., ²Likhitskiy O. O., ¹Glushanets V. A.

A CLINICAL CASE OF MANDIBULAR FIBROUS DYSPLASIA TREATMENT USING SURGICAL TEMPLATES AND INDIVIDUALIZED TITANIUM CONSTRUCTION WITH PRELIMINARY VIRTUAL SURGICAL PLANNING

¹Communal non-profit enterprise "Podilskyi oncology center" of the Vinnytsya Regional Council (Vinnytsya, Ukraine)

²National Pirogov Memorial Medical University (Vinnytsya, Ukraine)

ganna.blesnuk@gmail.com

Virtual surgical planning in the field of maxillofacial reconstructive surgery is a new technology with many obvious advantages, including increased accuracy, increased operative efficiency, and improved postoperative outcomes. In particular, virtual surgical planning has gained popularity for use both during preoperative planning, modeling, and during the implementation of reconstructive surgical interventions in patients with pathology of the lower jaw since surgical precision is required to restore facial symmetry, aesthetic appearance, dental rehabilitation, and restoration of the functional capabilities of the maxillofacial area and social adaptation in the postoperative period. However, reconstructive surgical interventions are complicated by the irregular, unique shape and structure of the lower jaw and the relative lack of donor areas for a transplant of a similar shape. CAD/CAM is a technology increasingly used in complex bone diseases of the maxillofacial area. Multi-step implementation of virtual surgical planning using computer simulations, stereolithographic models, resection templates, and individualized titanium plates ensure reconstructive accuracy. The article describes a clinical case of surgical treatment of a patient with a monoaxial form of fibrous dysplasia of the lower jaw using CAD/CAM technology. The reconstructive advantages of the introduction of CAD/CAM technology include the increase of contact surfaces between bone fragments, the optimal use of fixing elements of the metal structure, the preservation of the patient's bite, the rapid restoration of the work of the temporomandibular joints, the improvement of aesthetic results and the reduction of the likelihood of complications, are mentioned. Implementing the latest technologies in practice makes it possible to significantly improve patient's quality of life, medical rehabilitation, and social adaptation.

Key words: fibrous dysplasia, individualized titanium plate, virtual surgical planning, CAD/CAM technology.

Connection of the publication with planned research works. The work is a fragment of the research work «Pathomorphofunctional, pathomorphometric and biochemical parallels of the mechanisms of development of complications of acute surgical pathology: forecasting, diagnosis, individualization of the choice of treatment tactics», state registration number 0121U110095.

Introduction. Fibrous dysplasia (Breitsev-Lichtenstein disease) is a non-neoplastic, tumor-like congenital, non-hereditary process that manifests itself as a localized defect in the differentiation and maturation of osteoblasts with the replacement of normal bone by fibrous stroma and islands of immature bone tissue, which leads to a decrease in the mechanical properties of bone tissue, the occurrence of pathological fractures and bone deformations. The etiology of fibrous dysplasia is associated with activating mutations of the GNAS1 gene [1].

Fibrous dysplasia is classified into two forms: monostotic and polyostotic. According to some data, the monostotic form is more common than the polyostotic one in a ratio of 4:1 [1]. The monostotic form is observed in ribs – 28%, craniomaxillofacial bones (upper and lower jaw) – 10-25% (**fig. 1**), and femur – 23%. Polyostotic lesions can be sporadic or occur in patients with germline GNAS1 mutations, leading to different clinical syndromes: McCune-Albright syndrome and Mazarbrou syndrome with soft tissue myxomas. The prevalence of this disease among tumor-like and dysplastic bone le-

sions is 6.5%-7%. The probability of malignancy is from 0.5% (in the case of the monostotic form) to 4% (in the case of the polyostotic lesion and Albright syndrome) [2].

Fibrous dysplasia of the craniomaxillofacial area causes various symptoms depending on the type and specific location of the lesions. Such symptoms may include pain, nasal congestion, misalignment and mobility of teeth, jaw deformity, and asymmetry. Fibrous dysplasia is accompanied by various neurological symptoms, as areas of abnormal tissue development lead to compression of nerve fibers. Specific symptoms, such as vision loss and hearing impairment, are caused by compression of the optic and auditory nerves in the skull but are rare. In addition, the abnormal structure of the affected bone can lead to degenerative arthritis in the temporomandibular joints.

The diagnosis of fibrous dysplasia is based on a combination of characteristic symptoms, medical history, a thorough clinical examination, and various specialized tests. Cases of mild monostotic fibrous dysplasia can be diagnosed accidentally during an X-ray examination for other reasons. Computer and magnetic resonance imaging can be used to assess bones. Bone scintigraphy is performed to determine the bone damage in the polyostotic form of fibrous dysplasia.

The lack of options for conservative treatment of patients with fibrous dysplasia led to the development and improvement of surgical treatment techniques aimed at resecting pathological foci and replacing post-resection

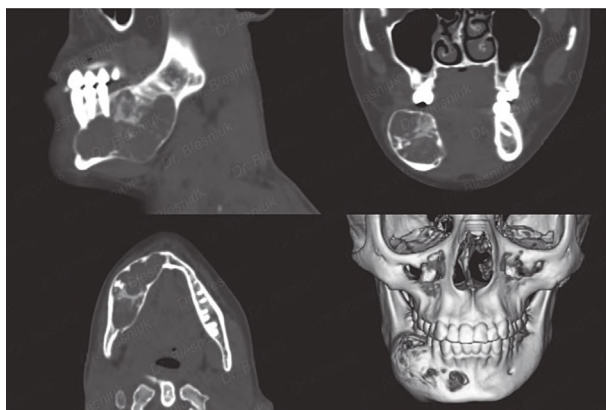


Figure 1 – Monostotic form of fibrous dysplasia of the lower jaw.

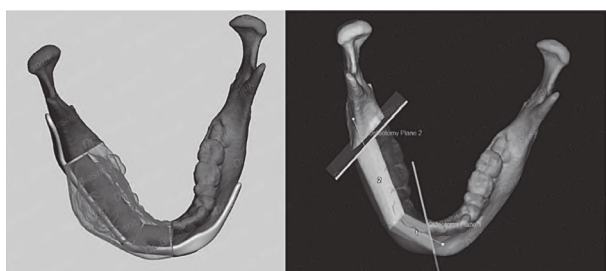


Figure 2 – Performing virtual surgical planning.

defects with bone-plastic materials using various methods of osteosynthesis. However, a significant number of recurrences of this disease and complications in the form of fractures and deformations necessitated further research to determine the optimal surgical treatment method in patients with fibrous dysplasia [3, 4].

Mandibular reconstruction is one of the most frequent surgical interventions in head and neck reconstructive surgery, with the free fibula flap currently considered the gold standard [5, 6, 7]. The past two decades have seen significant changes, with the surge in popu-



Figure 3 – Virtual surgical planning. Modeling and manufacturing of mandible and fibula resection templates.

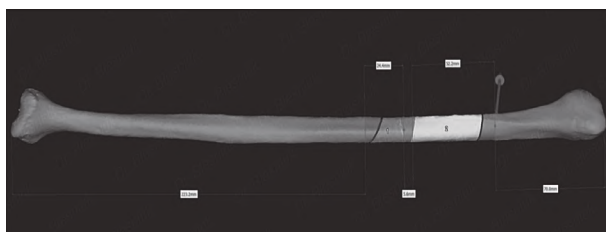


Figure 4 – Two-segment fibula flap for reconstruction.

larity of virtual surgical planning and computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM). This technology opens up great opportunities, starting with the virtual performing of the operation. Today, stereolithographic models, individual resection templates, and pre-modeled and manufactured reconstructive plates for osteosynthesis are gaining importance as an intraoperative tool. The advantages of this technique are the possibility to obtain clean edges of the bone resection during the operation, thanks to the increase in the accuracy of the sections, and to improve the efficiency of reconstructive surgery, due to the simplification of the long reconstruction stages associated with traditional techniques [6]. One of the most widely researched issues is also the reduction of graft ischemia and duration of surgery. Simplification of osteotomies, formation and fixation of the bone graft directly affect the duration of reconstructive surgery [8, 9, 10]. In addition, the possibility of forming the necessary shape of the fibula before crossing the vascular pedicle also minimizes ischemia time [8, 9, 11].

The study's relevance is confirmed by the lack of data on the analysis of clinical cases using modern technologies, virtual surgical treatment, and CAD/CAM, which would justify the feasibility of using various methods of reconstruction and osteosynthesis in this disease.

The work aims to develop and improve the surgical treatment method for pathological fractures and bone deformations in patients with a monostotic form of fibrous dysplasia. In addition, to improve reconstructive surgical interventions' functional and aesthetic results.

Object and research methods. The resection method of the pathological focus of fibrous dysplasia was carried out in patient V., 18 years old, with a monostotic form (fig. 1) combined with the method of reconstruction and osteometallosynthesis. It allows us to provide optimal conditions for the processes of reparative osteogenesis. Optimal reconstruction of the mandible after bulk resections requires microvascular free flaps. Therefore, we used the fibula flap, the most common in mandibular reconstruction. A large amount of bone material, the pedicle's length, and minor donor area irregularities make it suitable for versatility and reliability.

Research results and their discussion. Reconstruction of the lower jaw, using traditional techniques without the use of the latest technologies, requires high-precision skills in the manual production of a bone flap for adequate adaptation to the defect. In turn, this can be time-consuming for complex defects that require multiple osteotomies to fully restore the anatomical shape of the mandible and can often lead to unsatisfactory functional and aesthetic results. The use of virtual surgical planning and CAD/CAM technologies improves the accuracy of resection edges, segmentation, and modeling of flaps. First, a virtual resection of the lower jaw is performed (fig. 2). Mandibular resection templates are modeled, which are made on a 3D printer (fig. 3). After the mandibular defect is recreated, virtual surgery creates a new mandible from the fibula. At this stage, the importance of correct positioning of the donor fibula and orientation of the flap should be taken into account to prevent malposition of the vascular pedicle. Osteotomies are necessary to reproduce the contour of the lower jaw, and osteometallosynthesis is required to fix the flap. Unlike the traditional technique, where all these decisions are made during the operation, with

virtual surgical planning, it is possible to make a three-dimensional design of the osteotomy of the fibula bone (fig. 4), which allows you to finally reproduce the native shape of the lower jaw with greater accuracy and to model and manufacture an individual titanium plate for the most optimal mechanical properties of the entire structure.

The next stage involves the creation of 3D models (fig. 5). For complex reconstructions, stereolithographic models and resection templates for the mandible and fibula are usually made to ensure accuracy during surgery. Also, a pre-modeled reconstructive titanium plate for osteometallosynthesis is printed on a 3D printer according to the patient's parameters (fig. 6). The steps involved in the fabrication of a customized design include computed tomography, digital image processing, prototyping, and the finite element method, followed by the design and manufacture of a design with an optimal fit between the patient's bone and the implant components.

Surgical intervention is one stage. Mandibular resection was performed based on pre-designed and printed resection templates attached to the mandible with monocortical foams. The fibula bone flap was harvested according to the traditional technique, except that the resection templates for the fibula osteotomy were fixed with monocortical foams. Osteotomy, modeling, and fixation of segments of the fibula bone are performed before clamping the vascular pedicle using a stereolithographic model (fig. 7). Thus, flap ischemia time is significantly reduced compared to traditional manual modeling techniques. The location of the resection templates is a critical stage of the operation. A perfect fit is essential for translating the virtual plan into the surgical setting. Fixation with monocortical foams made it possible to use the same holes for the final fixation of the plate with bicortical titanium screws (fig. 8).

The criterion for removal of the metal structure after surgical treatment of fibrous dysplasia (resection, bone plastic) was the complete restoration of the structure of the affected bone. Advantages of this surgical technique: clean resection edges, reduction of ischemia and total duration of surgery, predicted aesthetic and functional results (fig. 9). Disadvantages – increased pre-surgical (virtual planning) time, increased economic costs.

Conclusions.

The precision provided by virtual surgical planning and CAD/CAM technology when performing complex reconstructions, achieving clean resection edges, as well as effectiveness in reducing ischemic time, reconstruction duration, and total operating time, make this technology a powerful tool that can be used in plastic surgery-reconstructive microsurgery.

The use of individual titanium structures allows for maximum preservation of healthy tissues, provides optimal access for surgical intervention, and increases the area of adhesion to the bone surface, which minimizes overloading in particular areas with subsequent loss of bone tissue.

The individualized plate creates conditions for the practical use of fixing structural elements and restores the lost shape of healthy tissues, providing a better aesthetic result. And also, the physiological restoration of the geometry of the lower jaw ensures a quick repair of the functions of the temporomandibular joint, which in



Figure 5 – Stereolithographic models of the lower jaw and pre-modeled individualized titanium osteosynthesis plate, obtained using CAD/CAM technology.



Figure 6 – Individualized titanium plate for osteometallosynthesis made with the help of 3D printing.



Figure 7 – Intraoperative photographs of free fibula flap harvesting. Using a stereolithographic model.



Figure 8 – Fixation of the previously modeled structure to the fragments of the lower jaw.



Figure 9 – Patient's Appearance two months after surgical treatment using 3D and virtual surgical planning (CAD/CAM technology).

turn improves the results of treatment of patients with a monostotic form of fibrous dysplasia.

Prospects for further research. Using the latest technologies will optimize the surgical treatment of patients with fibrous dysplasia and other benign and malignant pathologies of the maxillofacial region. In addition, CAD/CAM technology will provide an opportunity to reduce

the duration of operative treatment, accelerate the period of medical rehabilitation, and improve patients' quality of life and social adaptation. In the future, it is planned to carry out and enhance dental rehabilitation in patients after reconstructive surgical interventions on the lower jaw and to study the results.

References

1. Guk YuM, Kincha – Polishchuk TA, Zima AM, Oliynyk YuV. Structural and functional state of bone tissue in fibrous dysplasia. *Problems of osteology*. 2014;3:47-53.
2. Park SK, Lee IS, Choi JY, Cho KH, Suh KJ, Lee JW, et al. CT and MRI of fibrous dysplasia of the spine. *Br J Radiol*. 2012;85(1015):996-1001. Available from: <http://Doi:10.1259/bjr/81329736>.
3. Leiggenger CS, Krol Z, Gawelin P, Buitrago-Télez CH, Zeilhofer HF, Hirsch JM. A computer-based comparative quantitative analysis of surgical outcome of mandibular reconstructions with free fibula microvascular flaps. *J Plast Surg Hand Surg*. 2015;49(2):95-101. Available from: <https://Doi:10.3109/2000656X.2014.920711>.
4. Wijbenga JG, Schepers RH, Werker PM, Witjes MJ, Dijkstra PU. A systematic review of functional outcome and quality of life following reconstruction of maxillofacial defects using vascularized free fibula flaps and dental rehabilitation reveals poor data quality. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2016;69(8):1024-1036. Available from: <http://Doi.10.1016/j.bjps.2016.05.003>.
5. Hidalgo DA, Rekow A. A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions. *Plast Reconstr Surg*. 1995;96(3):585-602.
6. Wei FC, Santamaria E, Chang YM, Chen HC. Mandibular reconstruction with fibular osteoseptocutaneous free flap and simultaneous placement of osseointegrated dental implants. *J Craniofac Surg*. 1997;8(6):512-521. Available from: <http://Doi:10.1097/00001665-199711000-00018>.
7. Ferri J, Piot B, Ruhin B, Mercier J. Advantages and limitations of the fibula free flap in mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg*. 1997;55(5):440-449. Available from: [http://Doi:10.1016/s0278-2391\(97\)90685-6](http://Doi:10.1016/s0278-2391(97)90685-6).
8. Ritschl LM, Kilbretus P, Grill FD, Schwarz M, Weitz J, Nieberler M, et al. In-House, Open-Source 3D-Software-Based, CAD/CAM-Planned Mandibular Reconstructions in 20 Consecutive Free Fibula Flap Cases: An Explorative Cross-Sectional Study With Three-Dimensional Performance Analysis. *Front Oncol*. 2021;11:731336. Available from: <http://Doi:10.3389/fonc.2021.731336>.
9. Seruya M, Fisher M, Rodriguez ED. Computer-assisted versus conventional free fibula flap technique for craniofacial reconstruction: an outcomes comparison. *Plast Reconstr Surg*. 2013;132(5):1219-1228. Available from: <http://Doi:10.1097/PRS.0b013e3182a3c0b1>.
10. Abula A, Yushan M, Ren P, Abulaiti A, Ma C, Yusufu A. Reconstruction of Soft Tissue Defects and Bone Loss in the Tibia by Flap Transfer and Bone Transport by Distraction Osteogenesis: A Case Series and Our Experience. *Ann Plast Surg*. 2020;84(5S(3)):S202-S207. Available from: <http://Doi:10.1097/SAP.0000000000002367>.
11. Rustemeyer J, Sari-Rieger A, Melenberg A, Busch A. Comparison of intraoperative time measurements between osseous reconstructions with free fibula flaps applying computer-aided designed/computer-aided manufactured and conventional techniques. *Oral Maxillofac Surg*. 2015;19(3):293-300. Available from: <http://Doi:10.1007/s10006-015-0493-6>.

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ЛІКУВАННЯ ФІБРОЗНОЇ ДИСПЛАЗІЇ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХІРУРГІЧНИХ ШАБЛОНІВ ТА ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОЇ ТИТАНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ПОПЕРЕДНІМ ВІРТУАЛЬНИМ ХІРУРГІЧНИМ ПЛАНУВАННЯМ

Блеснюк Ж. В., Ліхницький О. О., Глушанець В. А.

Резюме. Фіброзна дисплазія це патологічний стан, симптомами якого є виникнення патологічних переломів та деформацій кісток. У статті висвітлено переваги техніки віртуального хірургічного планування та перспективи використання CAD/CAM технології у лікуванні моноосальної форми фіброзна дисплазії нижньої щелепи. Інформаційні технології та засоби адитивного виробництва дозволяють перетворювати цифрові зо-

браження, отримані з різних засобів візуалізації, на моделі з високою роздільною здатністю за допомогою CAD/CAM. Дана техніка включає в себе комп'ютерну томографію, зворотнє проектування та швидке прототипування у виробництві індивідуальних імплантатів для щелепно-лицевої хірургії. Процес проектування та виготовлення полягають у обробці даних медичного зображення патологічно змінених тканин щелепно-лицевої ділянки пацієнта, що має симетричну частину, для побудови тривимірної (3D) цифрової моделі, формування зображення на стороні дефекту, де застосовуються різні методики для окремих випадків, включаючи дзеркальне відображення патологічно незміненої сторони. В подальшому дизайн імплантату з інших даних КТ черепа, моделювання геометрії імплантату, 3D друк моделі черепа та резекційних шаблонів, віртуальне хірургічне планування та встановлення протеза. А також 3D друк індивідуалізованої титанової пластини, попередньо змодельованої на основі віртуального хірургічного планування. Індивідуалізовані рішення – це ще один інструмент для лікаря, що дозволяє виконувати операції, з подальшою прогнозованістю та надійністю. Результати лікування показують, що метод CAD/CAM дозволяє удосконалити реконструкцію дефектів після хірургічної резекції. Техніка 3D-друку забезпечує точність у передопераційному хірургічному моделюванні та виготовленні індивідуалізованих конструкцій для остеосинтезу. Таким чином, за допомогою методу CAD/CAM були значно скорочений час проектування та виготовлення кісткового трансплантату, досягнуті чисті краї резекції, покращені естетичні та функціональні післяопераційні результати.

Отримані результати дозволяють оптимізувати хірургічне лікування хворих з фіброзною дисплазією, впровадити в практичну діяльність новітні технології, які суттєво покращують якість життя, медичну реабілітацію та соціальну адаптацію хворих.

Ключові слова: фіброзна дисплазія, індивідуалізована титанова пластина, віртуальне хірургічне планування, CAD/CAM технологія.

A CLINICAL CASE OF MANDIBULAR FIBROUS DYSPLASIA TREATMENT USING SURGICAL TEMPLATES AND INDIVIDUALIZED TITANIUM CONSTRUCTION WITH PRELIMINARY VIRTUAL SURGICAL PLANNING

Blesnyuk Zh. V., Likhitskyi O. O., Glushanets V. A.

Abstract. Fibrous dysplasia is a pathological condition, the symptoms of which are the occurrence of pathological fractures and bone deformities. The article highlights the advantages of the technique of virtual surgical planning and the prospects of using CAD/CAM technology in the treatment of monoosseous fibrous dysplasia of the mandible. Information technology and additive manufacturing tools allow you to convert digital images obtained from various visualization tools into high-resolution models using CAD/CAM. This technique includes computed tomography, reverse engineering, and rapid prototyping in the production of individual implants for maxillofacial surgery. The design and fabrication process consists of processing medical image data of pathologically altered tissues of the patient's maxillofacial area with a symmetrical part to build a three-dimensional (3D) digital model, defect side imaging, where different techniques are used for individual cases, including mirroring pathologically unchanged side. Further design of the implant from other CT data of the skull, modeling of the implant geometry, 3D printing of the skull model and resection templates, virtual surgical planning and installation of the prosthesis. As well as 3D printing of individualized titanium plate, pre-modeled on the basis of virtual surgical planning. Individualized solutions are another tool for the doctor that allows you to perform operations with further predictability and reliability. The results of treatment show that the CAD/CAM method allows to improve the reconstruction of defects after surgical resection. 3D printing technology provides precision in preoperative surgical modeling and fabrication of individualized structures for osteosynthesis. Thus, the CAD / CAM method significantly reduced the time of bone graft design and manufacture, achieved clean resection edges, and improved aesthetic and functional postoperative results.

The obtained results allow to optimize the surgical treatment of patients with fibrous dysplasia, to introduce into practice the latest technologies that significantly improve the quality of life, medical rehabilitation and social adaptation of patients.

Key words: fibrous dysplasia, individualized titanium plate, virtual surgical planning, CAD/CAM technology.

ORCID and contributionship:

Blesnyuk Zh. V.: 0000-0003-2714-1738 ^{ABDF}

Likhitsky O. O.: 0000-0002-6132-2869 ^{CE}

Glushanets V. A.: 0000-0002-2459-2800 ^{EF}

Conflict of interest:

The authors of the paper confirm the absence of conflict of interest.

Corresponding author

Blesnyuk Zhanna Viktorivna

Communal non-profit enterprise «Podilskyi oncology center» of the Vinnytsya Regional Council

Ukraine, 21003, Vinnytsya, 18 Moskovskyy 2nd Ave.

Tel: +380631039933

E-mail: ganna.blesnuk@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.

Received 20.03.2022

Accepted 09.09.2022

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ЛІКУВАННЯ ФІБРОЗНОЇ ДИСПЛАЗІЇ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХІРУРГІЧНИХ ШАБЛОНІВ ТА ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОЇ ТИТАНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ПОПЕРЕДНІМ ВІРТУАЛЬНИМ ХІРУРГІЧНИМ ПЛАНУВАННЯМ¹Комунальне некомерційне підприємство «Подільський центр онкології»

Вінницької обласної ради (м. Вінниця, Україна)

²Вінницький Національний медичний університет ім. М.І Пирогова (м. Вінниця, Україна)

ganna.blesnuk@gmail.com

Віртуальне хірургічне планування в області реконструктивної хірургії щелепно-лицевої ділянки є новою технологією яка має багато очевидних переваг, включаючи підвищену точність, підвищення оперативної ефективності та покращення післяопераційних результатів. Зокрема віртуальне хірургічне планування набуло популярності для використання як під час проведення передопераційного планування, моделювання так і при реалізації реконструктивних оперативних втручань у хворих з патологією нижньої щелепи, оскільки хірургічна точність потрібна для відновлення симетрії обличчя, естетичного зовнішнього вигляду, зубної реабілітації та відновлення функціональних можливостей щелепно-лицевої ділянки та соціальної адаптації у післяопераційному періоді. Реконструктивні оперативні втручання ускладнені неправильною, унікальною формою, будовою нижньої щелепи та відносною відсутністю донорських ділянок трансплантата подібної форми. CAD/CAM – це технологія, яка все частіше використовується при складних кісткових захворюваннях щелепно-лицевої ділянки. Багатоетапна реалізація віртуального хірургічного планування з використанням комп'ютерного моделювання, стереолітографічних моделей, резекційних шаблонів, та індивідуалізованих титанових пластини забезпечують реконструктивну точність. У статті висвітлено клінічний випадок оперативного лікування пацієнта з моноосальною формою фіброзної дисплазії нижньої щелепи з використанням CAD/CAM технології. Названі реконструктивні переваги впровадження технології CAD/CAM, що включають збільшення контактних поверхонь між кістковими фрагментами, оптимальне використання фіксуючих елементів металоконструкції, збереження прикусу пацієнта, швидке відновлення роботи скронево-нижньощелепних суглобів, покращення естетичних результатів та зменшення ймовірності ускладнень. Впровадження в практику новітніх технологій дають можливість суттєво покращують якість життя, медичну реабілітацію та соціальну адаптацію хворих.

Ключові слова: фіброзна дисплазія, індивідуалізована титанова пластина, віртуальне хірургічне планування, CAD/CAM технологія.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом НДР «Патоморфологія функціональних, патоморфометричних та біохімічних паралелі механізмів розвитку ускладнень гострої хірургічної патології: прогнозування, діагностика, індивідуалізація вибору лікувальної тактики», № ДР 0121U110095.

Вступ. Фіброзна дисплазія (хвороба Брайцева–Ліхтенштейна) це непухлинний пухлиноподібний вроджений, неспадковий процес, що проявляється як локалізований дефект диференціювання та дозрівання остеобластів із заміщенням нормальної кістки фіброзною стромою та острівцями незрілої кісткової тканини, що призводить до зниження механічної властивості кісткової тканини, виникнення патологічних переломів та деформацій кісток. Етіологія фіброзної дисплазії пов'язана з активуючими мутаціями гена GNAS1 [1].

Фіброзну дисплазію класифікують за двома формами: моноосальна та поліосальна. Моноосальна форма зустрічається частіше, ніж поліосальна, за деякими даними у співвідношенні 4:1 [1]. Моноосальну форму спостерігають в ребрах – 28%, черепно-щелепно-лицевих кістках (верхня та нижня щелепа) – 10-25% (рис. 1) та стегновій кістці – 23%. Поліосальне ураження може бути спорадичним або виникати у пацієнтів із зародковими мутаціями GNAS1, що може

призвести до різних клінічних синдромів: Синдром Мак-Кьюна-Олбрайта і синдром Мазабро з міксомами м'яких тканин. Розповсюдженість цього захворювання серед пухлиноподібних та диспластичних уражень кісток становить 6,5%-7%. Ймовірність малігнізації – від 0,5% (при моноосальній формі) до 4% (у випадку поліосального ураження та синдрому Олбрайта) [2].

Фіброзна дисплазія черепно-щелепно-лицевої ділянки викликає різноманітні симптоми залежно від типу та конкретного розташування уражень. Такі симптоми можуть включати біль, закладеність носа, неправильне розташування та рухомість зубів, деформацію щелеп та асиметрію. Фіброзна дисплазія супроводжується різноманітними неврологічними симптомами, оскільки ділянки аномального розвитку тканин призводять до компресії нервових волокон. Специфічні симптоми, наприклад, втрата зору та порушення слуху виникають через стиснення зорових та слухових нервів в черепі, проте виникають рідко. Аномальна структура ураженої кістки може призвести до дегенеративного артриту в скронево-нижньощелепних суглобах.

Діагноз фіброзної дисплазії ґрунтується на сукупності характерних симптомів, анамнезі хвороби, ретельному клінічному обстеженні та різноманітних спеціалізованих тестах. Випадки легкої форми моно-

осальної фіброзної дисплазії можуть бути діагностовані випадково під час проведення рентгенологічного дослідження з інших причин. Для оцінки кісток можна застосовувати комп'ютерну та магнітно-резонансну томографію. Сцинтиграфія кісток, проводиться для визначення ступеня ураження кісток при поліосальній формі фіброзної дисплазії.

Відсутність варіантів консервативного лікування хворих на фіброзну дисплазію обумовила розвиток та удосконалення хірургічних технік лікування, які спрямовані на резекцію патологічних осередків та заміщенню післярезекційних дефектів кістково-пластичними матеріалами із застосуванням різних методик остеосинтезу. Проте, значна кількість рецидивів даного захворювання та ускладнення у вигляді переломів, деформацій обумовила необхідність подальших пошуків з визначенням оптимальної методики хірургічного лікування у хворих з фіброзною дисплазією [3, 4].

Реконструкція нижньої щелепи є одним із частих оперативних втручань у реконструктивній хірургії голови та шиї, при цьому вільний клапоть малогомілкової кістки в даний час вважається золотим стандартом [5, 6, 7]. За останні два десятиліття відбулися значні зміни, сплеск популярності віртуального хірургічного планування та комп'ютерного проектування й виробництва (CAD/CAM). Ця технологія відкриває великі можливості, починаючи з віртуального виконання операції. Стереолітографічні моделі, індивідуальні резекційні шаблони, попередньо змодельовані та виготовлені реконструктивні пластини для остеосинтезу, на сьогоднішній день, набувають значення, як інтраопераційний інструмент. Перевагами даної техніки є можливість під час операції отримати чисті краї резекції кістки, завдяки підвищенню точності зрізів та покращити ефективність реконструктивної хірургії, за рахунок спрощення тривалих етапів реконструкції, пов'язаних із традиційними техніками [6]. Одним з найбільш широко досліджуваних питань також є скорочення ішемії трансплантату та тривалості операції. Спрощення остеотомій, формування, закріплення та фіксація кісткового трансплантата безпосередньо впливають на тривалість реконструктивної операції [8, 9, 10]. Крім того, можливість формування необхідної форми малогомілкової кістки до пересічення судинної ніжки також мінімізує час ішемії [8, 9, 11].

Актуальність дослідження підтверджується відсутністю даних аналізу клінічних випадків з використанням сучасних технологій, віртуального хірургічного лікування та CAD/CAM, які б дозволили обґрунтувати доцільність застосування різних методик реконструкції та остеосинтезу при цьому захворюванні.

Мета роботи – розробити та удосконалити методику оперативного лікування патологічних переломів та деформацій кісток у пацієнтів з моноосальною формою фіброзної дисплазії. Для покращення функціональних та естетичних результатів реконструктивних оперативних втручань.

Об'єкт і методи дослідження. Методика резекції патологічного осередка фіброзної дисплазії проведена у пацієнтки В., 18 років з моноосальною формою (рис. 1) поєднана з методикою реконструкції та остеометалосинтезу. Це дозволяє забезпечити

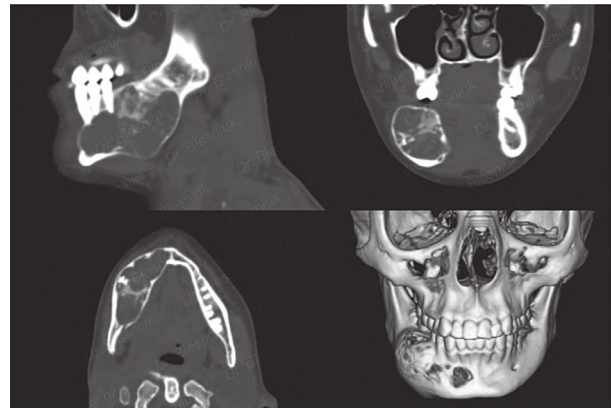


Рисунок 1 – Моноосальна форма фіброзної дисплазії нижньої щелепи.

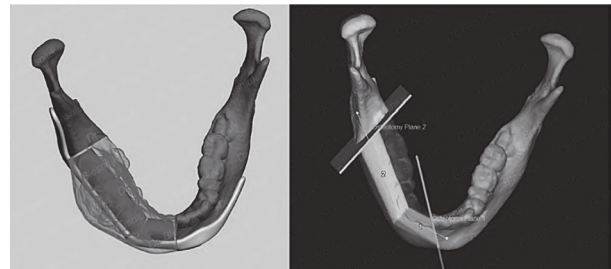


Рисунок 2 – Виконання віртуального хірургічного планування. оптимальні умови для процесів репаративного остеогенезу. Оптимальна реконструкція нижньої щелепи після об'ємних резекцій вимагає мікросудинних вільних клаптів. Нами застосовано клапоть малогомілкової кістки, найбільш розповсюджений в реконструкції нижньої щелепи. Велика кількість кісткового матеріалу, довжина ніжки та незначні порушення в донорській ділянці роблять його придатним завдяки універсальності та надійності.

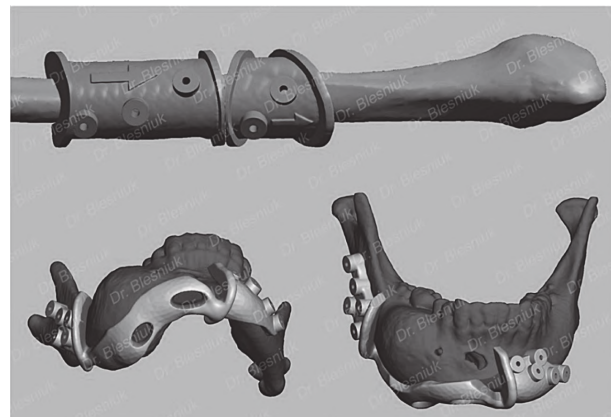


Рисунок 3 – Віртуальне хірургічне планування. Моделювання та виготовлення резекційних шаблонів нижньої щелепи та малогомілкової кістки.

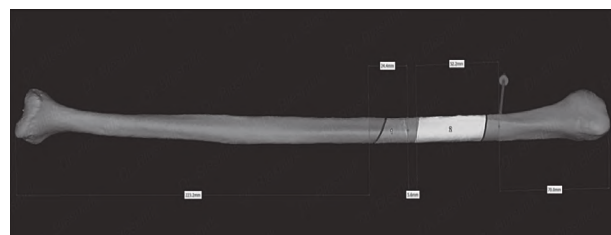


Рисунок 4 – Двохсегментний клапоть малогомілкової кістки для реконструкції.

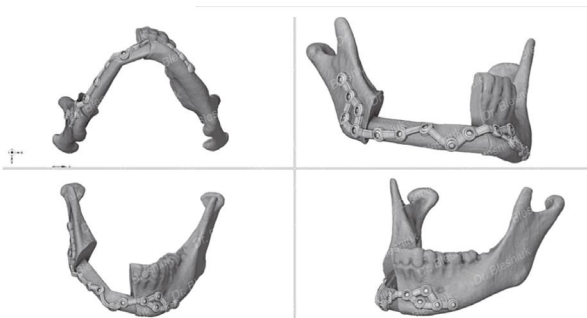


Рисунок 5 – Стереолітографічні моделі нижньої щелепи та попередньо змодельована індивідуалізована титанова остеосинтезна пластина, отримані за допомогою CAD/CAM технології.



Рисунок 6 – Індивідуалізована титанова пластина для остеометалосинтезу виготовлена при допомозі 3D друку.



Рисунок 7 – Інтраопераційні фотографії забору вільного клаптя малогомілкової кістки. Використання стереолітографічної моделі.



Рисунок 8 – Фіксація попередньо змодельованої конструкції до фрагментів нижньої щелепи.

Результати дослідження та їх обговорення. Реконструкція нижньої щелепи, традиційними техніками, без використання новітніх технологій вимагає високоточних навичок мануального виготовлення кісткового клаптя для адекватної адаптації до дефекту. В свою чергу, це може зайняти багато часу при складних дефектах, які вимагають кількох остеотомій для повного відновлення анатомічної форми нижньої щелепи, а також часто може призвести до недосконалих функціональних та естетичних результатів. Застосування віртуального хірургічного планування та CAD/CAM технологій покращує точність країв резекції, сегментацію та моделювання клаптів. Спочатку проводиться віртуальна резекція нижньої щелепи (рис. 2). Моделюються нижньощелепні резекційні шаблони, які виготовляються на 3D принтері (рис. 3). Після того, як дефект нижньої щелепи фактично відтворений, віртуальна хірургія формує нову нижню щелепу з малогомілкової кістки. На цьому етапі слід врахувати важливість правильного розташування донорської малогомілкової кістки та орієнтацію клаптя для запобігання неправильного положення судинної ніжки. Остеотомії, необхідні для відтворення контуру нижньої щелепи, а остеометалосинтез, необхідний для фіксації клаптя. На відміну, від традиційної техніки, де всі ці рішення приймаються під час операції, при віртуальному хірургічному плануванні є можливість виготовлення тривимірного дизайну остеотомії малогомілкової кістки (рис. 4), що дозволяє остаточно відтворити нативну форму нижньої щелепи з більшою точністю та змодельувати й виготовити індивідуальну титанову пластину для найоптимальніших механічних властивостей всієї конструкції.

Наступний етап передбачає створення 3D-моделей (рис. 5). При складних реконструкціях зазвичай виготовляються стереолітографічні моделі і резекційні шаблони для нижньої щелепи та малогомілкової кістки, щоб забезпечити точність під час операції. А також, на 3D принтері друкують попередньо змодельовану реконструкційну титанову пластину для остеометалосинтезу за індивідуальними параметрами пацієнта (рис. 6). Етапи виготовлення індивідуалізованої конструкції включають в себе комп'ютерну томографію, обробку цифрових зображень, прототипування, метод скінченних елементів, з подальшою розробкою та виготовленням конструкції з оптимальним прилягання між кісткою пацієнта та компонентами імпланту.

Хірургічне втручання – одноетапне. Резекція нижньої щелепи проведена на основі попередньо розроблених та надрукованих резекційних шаблонів, прикріплених до нижньої щелепи за допомогою монокортикальних пінів. Забір клаптя малогомілкової кістки виконано за традиційною технікою, за винятком того, що резекційні шаблони для остеотомії малогомілкової кістки фіксовані за допомогою монокортикальних пінів. Остеотомія, моделювання та фіксація сегментів малогомілкової кістки проводиться перед затисканням судинної ніжки з використанням стереолітографічної моделі (рис. 7). Таким чином, час ішемії клаптя значно скорочується в порівнянні з традиційною технікою мануального моделювання. Розташування резекційних шаблонів важливий етап операції. Ідеальна підгонка необхідна для того,



Рисунок 9 – Вигляд пацієнта через 2 місяці після оперативного лікування з використанням 3D та віртуального хірургічного планування (CAD/CAM технології).

щоб віртуальний план перейшов у хірургічні умови. Фіксація монокортикальними пінами дозволила в подальшому використовувати ті самі отвори для остаточної фіксації пластини бікортикальними титановими гвинтами (рис. 8).

Критерієм видалення металоконструкції після хірургічного лікування фіброзної дисплазії (резекції, кісткової пластики) було повне відновлення структури ураженої кістки. Переваги даної хірургічної техніки: чисті краї резекції, зменшення ішемії та загальної тривалості операції, спрогнозований естетичний і функціональний результати (рис. 9). Недоліки – збільшення дохірургічного (віртуального планування) часу, підвищені економічні витрати.

Висновки.

Точність, яку забезпечує віртуальне хірургічне планування та CAD/CAM технологія при виконанні складних реконструкцій, досягнення чистоти країв резекції, а також ефективність у скороченні ішемічного часу, тривалості реконструкції та загального операційного часу роблять цю технологію потужним інструментом, який можуть використовувати у пластично-реконструктивній мікрохірургії.

Використання індивідуальних титанових конструкцій дає можливість максимального збереження здорових тканин, забезпечує оптимальний доступ

оперативного втручання, збільшує площу прилягання до поверхні кістки, чим мінімізує перевантаження в окремих ділянках з послідуною втратою кісткової тканини.

Індивідуалізована пластина створює умови для практичного використання фіксуючих елементів конструкції, відновлює втрачену форму здорових тканин, забезпечуючи кращий естетичний результат. А також, фізіологічне відновлення геометрії нижньої щелепи, забезпечує швидке відновлення функцій скронево-нижньощелепного суглоба, що у свою чергу покращує результати лікування пацієнтів з моноосальною формою фіброзної дисплазії.

Перспективи подальших досліджень. Використання новітніх технологій дозволять оптимізувати хірургічне лікування хворих з фіброзною дисплазією та іншою доброякісною та злоякісною патологією щелепно-лицевої ділянки. CAD/CAM технологія забезпечить можливість зменшити тривалість оперативного лікування, прискорити період медичної реабілітації, покращити якість життя та соціальну адаптацію хворих. У подальшому заплановано проведення та удосконалення зубної реабілітації у хворих після реконструктивних оперативних втручань на нижній щелепі та дослідження результатів.

Література

1. Guk YuM, Kincha – Polishchuk TA, Zima AM, Oliynyk YuV. Structural and functional state of bone tissue in fibrous dysplasia. *Problems of osteology*. 2014;3:47-53.
2. Park SK, Lee IS, Choi JY, Cho KH, Suh KJ, Lee JW, et al. CT and MRI of fibrous dysplasia of the spine. *Br J Radiol*. 2012;85(1015):996-1001. Available from: <http://Doi:10.1259/bjr/81329736>.
3. Leiggener CS, Krol Z, Gawelin P, Buitrago-Télez CH, Zeilhofer HF, Hirsch JM. A computer-based comparative quantitative analysis of surgical outcome of mandibular reconstructions with free fibula microvascular flaps. *J Plast Surg Hand Surg*. 2015;49(2):95-101. Available from: <https://Doi:10.3109/2000656X.2014.920711>.
4. Wijbenga JG, Schepers RH, Werker PM, Witjes MJ, Dijkstra PU. A systematic review of functional outcome and quality of life following reconstruction of maxillofacial defects using vascularized free fibula flaps and dental rehabilitation reveals poor data quality. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2016;69(8):1024-1036. Available from: <http://Doi.10.1016/j.bjps.2016.05.003>.
5. Hidalgo DA, Rekow A. A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions. *Plast Reconstr Surg*. 1995;96(3):585-602.

6. Wei FC, Santamaria E, Chang YM, Chen HC. Mandibular reconstruction with fibular osteoseptocutaneous free flap and simultaneous placement of osseointegrated dental implants. *J Craniofac Surg.* 1997;8(6):512-521. Available from: <http://Doi:10.1097/00001665-199711000-00018>.
7. Ferri J, Piot B, Ruhin B, Mercier J. Advantages and limitations of the fibula free flap in mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(5):440-449. Available from: [http://Doi:10.1016/s0278-2391\(97\) 90685-6](http://Doi:10.1016/s0278-2391(97) 90685-6).
8. Ritschl LM, Kilbertus P, Grill FD, Schwarz M, Weitz J, Nieberler M, et al. In-House, Open-Source 3D-Software-Based, CAD/CAM-Planned Mandibular Reconstructions in 20 Consecutive Free Fibula Flap Cases: An Explorative Cross-Sectional Study With Three-Dimensional Performance Analysis. *Front Oncol.* 2021;11:731336. Available from: <http://Doi:10.3389/fonc.2021.731336>.
9. Seruya M, Fisher M, Rodriguez ED. Computer-assisted versus conventional free fibula flap technique for craniofacial reconstruction: an outcomes comparison. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(5):1219-1228. Available from: <http://Doi:10.1097/PRS.0b013e3182a3c0b1>.
10. Abula A, Yushan M, Ren P, Abulaiti A, Ma C, Yusufu A. Reconstruction of Soft Tissue Defects and Bone Loss in the Tibia by Flap Transfer and Bone Transport by Distraction Osteogenesis: A Case Series and Our Experience. *Ann Plast Surg.* 2020;84(5S(3)):S202-S207. Available from: <http://Doi:10.1097/SAP.0000000000002367>.
11. Rustemeyer J, Sari-Rieger A, Melenberg A, Busch A. Comparison of intraoperative time measurements between osseous reconstructions with free fibula flaps applying computer-aided designed/computer-aided manufactured and conventional techniques. *Oral Maxillofac Surg.* 2015;19(3):293-300. Available from: <http://Doi:10.1007/s10006-015-0493-6>.

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ЛІКУВАННЯ ФІБРОЗНОЇ ДИСПЛАЗІЇ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ З ВИКОРИСТАННЯМ ХІРУРГІЧНИХ ШАБЛОНІВ ТА ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОЇ ТИТАНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ПОПЕРЕДНІМ ВІРТУАЛЬНИМ ХІРУРГІЧНИМ ПЛАНУВАННЯМ

Блеснюк Ж. В., Ліхницький О. О., Глушанець В. А.

Резюме. Фіброзна дисплазія це патологічний стан, симптомами якого є виникнення патологічних переломів та деформацій кісток. У статті висвітлено переваги техніки віртуального хірургічного планування та перспективи використання CAD/CAM технології у лікуванні моноосальної форми фіброзової дисплазії нижньої щелепи. Інформаційні технології та засоби адитивного виробництва дозволяють перетворювати цифрові зображення, отримані з різних засобів візуалізації, на моделі з високою роздільною здатністю за допомогою CAD/CAM. Дана техніка включає в себе комп'ютерну томографію, зворотне проектування та швидке прототипування у виробництві індивідуальних імплантатів для щелепно-лицевої хірургії. Процес проектування та виготовлення полягають у обробці даних медичного зображення патологічно змінених тканин щелепно-лицевої ділянки пацієнта, що має симетричну частину, для побудови тривимірної (3D) цифрової моделі, формування зображення на стороні дефекту, де застосовуються різні методи для окремих випадків, включаючи дзеркальне відображення патологічно незміненої сторони. В подальшому дизайн імплантату з інших даних КТ черепа, моделювання геометрії імплантату, 3D друк моделі черепа та резекційних шаблонів, віртуальне хірургічне планування та встановлення протеза. А також 3D друк індивідуалізованої титанової пластини, попередньо змодельованої на основі віртуального хірургічного планування. Індивідуалізовані рішення – це ще один інструмент для лікаря, що дозволяє виконувати операції, з подальшою прогнозованістю та надійністю. Результати лікування показують, що метод CAD/CAM дозволяє удосконалити реконструкцію дефектів після хірургічної резекції. Техніка 3D-друку забезпечує точність у передопераційному хірургічному моделюванні та виготовленні індивідуалізованих конструкцій для остеосинтезу. Таким чином, за допомогою методу CAD/CAM були значно скорочений час проектування та виготовлення кісткового трансплантату, досягнуті чисті краї резекції, покращені естетичні та функціональні післяопераційні результати.

Отримані результати дозволяють оптимізувати хірургічне лікування хворих з фіброзовою дисплазією, впровадити в практичну діяльність новітні технології, які суттєво покращують якість життя, медичну реабілітацію та соціальну адаптацію хворих.

Ключові слова: фіброзна дисплазія, індивідуалізована титанова пластина, віртуальне хірургічне планування, CAD/CAM технологія.

A CLINICAL CASE OF MANDIBULAR FIBROUS DYSPLASIA TREATMENT USING SURGICAL TEMPLATES AND INDIVIDUALIZED TITANIUM CONSTRUCTION WITH PRELIMINARY VIRTUAL SURGICAL PLANNING

Blesnyuk Zh. V., Likhitskyi O. O., Glushanets V. A.

Abstract. Fibrous dysplasia is a pathological condition, the symptoms of which are the occurrence of pathological fractures and bone deformities. The article highlights the advantages of the technique of virtual surgical planning and the prospects of using CAD/CAM technology in the treatment of monoosseous fibrous dysplasia of the mandible. Information technology and additive manufacturing tools allow you to convert digital images obtained from various visualization tools into high-resolution models using CAD/CAM. This technique includes computed tomography, reverse engineering, and rapid prototyping in the production of individual implants for maxillofacial surgery. The design and fabrication process consists of processing medical image data of pathologically altered tissues of the patient's maxillofacial area with a symmetrical part to build a three-dimensional (3D) digital model, defect side imaging, where different techniques are used for individual cases, including mirroring pathologically unchanged side. Further design of the implant from other CT data of the skull, modeling of the implant geometry, 3D printing of the skull model and resection templates, virtual surgical planning and installation of the prosthesis. As well as 3D printing of individualized titanium plate, pre-modeled on the basis of virtual surgical planning. Individualized solutions are another tool for the doctor that allows you to perform operations with further predictability and reliability. The results of treatment show that the CAD/CAM method allows to improve the reconstruction of defects after surgical resection. 3D printing technology provides precision in preoperative surgical modeling and fabrication of individualized structures for osteosynthesis. Thus, the CAD / CAM method significantly reduced the time of bone graft design and manufacture, achieved clean resection edges, and improved aesthetic and functional postoperative results.

The obtained results allow to optimize the surgical treatment of patients with fibrous dysplasia, to introduce into practice the latest technologies that significantly improve the quality of life, medical rehabilitation and social adaptation of patients.

Key words: fibrous dysplasia, individualized titanium plate, virtual surgical planning, CAD/CAM technology.

ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Blesnyuk Zh. V.: 0000-0003-2714-1738 ^{ABDF}

Likhitsky O. O.: 0000-0002-6132-2869 ^{CE}

Glushanets V. A.: 0000-0002-2459-2800 ^{EF}

Конфлікт інтересів:

Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Блеснюк Жанна Вікторівна

КНП «ПРЦО ВОР»

Адреса: Україна, 21003, м. Вінниця, 2й пров. Московський 18

Тел.: +380631039933

E-mail: ganna.blesnuk@gmail.com

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.

Стаття надійшла 20.03.2022 року
Стаття прийнята до друку 09.09.2022 року

DOI 10.29254/2077-4214-2022-3-166-147-159

UDC 611.91+611.92 : 572.544+572.545

¹Hrytsevych N. R., ²Vereshchaka V. V., ²Beregova T. V.

**FEATURES OF THE HEMOMICROCIRCULATION OF THE EYE CONJUNCTIVA
IN WOMEN WITH THE METABOLIC SYNDROME**

¹Communal Institution of Higher Education of Lviv Regional Council

"Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy" (Lviv, Ukraine)

²Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv, Ukraine)

hrytsevych@gmail.com

Today, metabolic syndrome is registered in almost a quarter of the human population. At the same time, a sharp increase in both surgical interventions in the face and their complications was noted. One of the reasons for the latter can be a violation of hemomicrocirculation in the skin of the face caused by metabolic syndrome. As for the vital structure of vessels of the skin of the face and head in people with metabolic syndrome, their characterization is very superficial due to the methodological difficulties of the examination. In this regard, the work aimed to investigate the state of the vessels of the bulbar conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome for the indirect assessment of changes in the hemomicrocirculatory bed of the skin of the face. The study of the hemomicrocirculation state of the bulbar conjunctiva of the eye in healthy women and women with metabolic syndrome was carried out using a slit lamp Zeiss SL 160 (FRG) with magnification from 1 • 5 to 1 • 50 times and a stereoscopic microscope MSSO (USSR) with a magnification approved by the Ministry of Health Ukrainian methodology. In women with metabolic syndrome, the parallel arrangement of microvessels is disturbed, the frequency of detection of microaneurysms increases. Metabolic syndrome stimulated the development of myogenic dystrophy, caused structural remodeling of microvessels and increased the number of patients with arteriolo-venular anastomoses with trophic disorders in the bulbar conjunctiva, with fresh extravasates and hemosiderin deposition, dystonia of microvessels and precapillary sphincters. Based on microcirculation changes in the bulbar conjunctiva of the eye in women with metabolic syndrome, a conclusion was made about microcirculation disorders in the skin of the face.

Key words: hemomicrocirculation, bulbar conjunctiva of the eye, skin, metabolic syndrome.

Connection of the publication with planned research works. The work is a fragment of the SRW "Development of new soft bandages and methods of their application in the treatment of wounds. Applied scientific research.", state registration number O118U002056.

Introduction. Today, metabolic syndrome is not considered as an independent disease. It identifies obese individuals at high risk for cardiovascular disease due to pathogenetically interrelated metabolic disorders, including hypertension, abdominal obesity, dyslipidemia, insulin resistance, glucose intolerance, or diabetes [1,

2]. According to the International Diabetes Federation, metabolic syndrome is registered in about a quarter of the world's human population [3].

At the systemic level, the changes that develop in the body against metabolic syndrome are well studied. We are interested in the works in which the changes registered in the skin against the background of the metabolic syndrome are shown. This is due to the growing number of surgical interventions and the influence of metabolic syndrome on the healing processes of the wound surface. In our opinion, the work of Zhou