

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ПЕРЕДОПЕРАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОГО РЕЗУЛЬТАТУ ПРИ ЗАМІЩЕННІ ДЕФЕКТІВ ВИЛИЦЕВОГО КОМПЛЕКСУ ТА ОРБИТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАЦІЄНТСПЕЦИФІЧНИХ ІМПЛАНТАТІВ**

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця (м. Київ)

80667788837@ukr.net

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дане дослідження є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця «Наукове обґрунтування оптимізації діагностики, лікування і профілактики основних стоматологічних захворювань у осіб працездатного віку», номер державної реєстрації – 0115U000907.

**Вступ.** Протягом останнього десятиліття відмічається зміна парадигм в реконструктивно-відновній хірургії щелепно-лицевої ділянки, обумовлена бурхливим впровадженням цифрових технологій в медичну практику [1, 2]. Застосування імітаційного комп'ютерного моделювання в плануванні хірургічних операцій, прикладне використання інтраопераційної навігації та пристроїв, виготовлених за допомогою цифрових технологій змінили протоколи лікування в дентальній імплантації, ортогнатичній хірургії та при заміщенні дефектів нижньої щелепи [1, 2, 3, 4]. Даний підхід передбачає створення віртуальних моделей анатомічних об'єктів в програмному середовищі шляхом конвертації та сегментації даних комп'ютерної томографії з подальшою їх трансформацією в залежності клінічних задач. Далі на основі модифікованих та/або переміщених комп'ютерних моделей створюється віртуальний дизайн пацієнто-специфічних конструкцій – навігаційних хірургічних шаблонів, імплантатів, ендопротезів тощо, які надсилаються на виробництво. Таким чином, для клінічного застосування створюють виріб, що має суто індивідуальне, тобто специфічне лише даному пацієнту, призначення [1, 2, 4, 5].

Одна з перших спроб застосування пацієнтспецифічних імплантатів (ПСІ) при заміщенні дефектів стінок орбіти була проведена Williams та співавторами (2010) [6] з позитивним клінічним результатом. В 2015 році Gandetta співавтори (2015) [7] описали результати лікування першої серії пацієнтів з використанням зазначеного підходу. Пізніше він був застосований і при заміщенні дефектів вилицевого комплексу (ВК), а цілий ряд досліджень довели його ефективність [5, 8, 9, 10]. Однією з головних переваг цього підходу дослідники вважали прогнозовану точність у відновленні цілісності орбіти та ВК за рахунок просторово-детермінованого положення імплантатів. Разом з тим в більшості досліджень клінічне використання ПСІ супроводжувалось застосуванням методів інтраопераційної навігації або КТ контролем їх положення в ході операції. Обидва методи дозволяють контролювати положення імплантатів і таким чином забезпечити точність відтворення хірургічного результату. Проте застосування цих технологій є високовартісним та супроводжується

значними затратами часу (при застосуванні інтраопераційної навігації) або високими ризиками для здоров'я медичного персоналу (інтраопераційна КТ), що обмежує їх активне та широке впровадження в клінічну практику [5, 8, 9].

Альтернативою зазначеним методам контролю положення ПСІ може бути інтеграція ретенційних та опорних елементів дизайну, які б мінімізували або виключали можливість неточного позиціонування конструкції. Даний підхід ґрунтується на аналізі анатомічних особливостей деформованого ВК, визначенні ділянок, що можуть забезпечити ретенцію ПСІ та їх позиціонування в заданому положенні, що виключає застосування додаткових методів навігації [10, 11, 12, 13]. Разом з тим, ефективність такого підходу з точки зору точності відтворення позиції ПСІ, визначеної в ході передопераційного планування, досі залишається невизначеною.

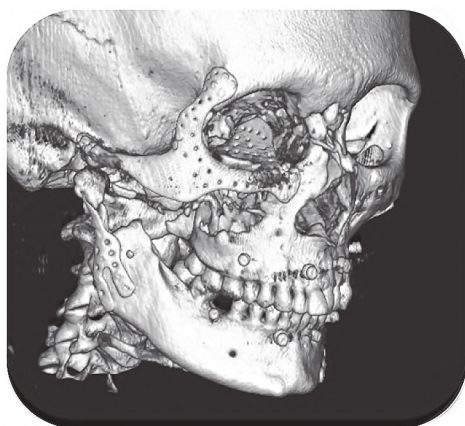
Тому **метою даного дослідження** було дослідити відповідність положення ПСІ, досягнутого в ході операції, його положенню запланованому в ході передопераційного комп'ютерного моделювання.

**Об'єкт і методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети було проведення порівняльний аналіз передопераційного планування та післяопераційного результату, досягнутого при лікуванні 115 пацієнтів з дефектами ВК та/або орбіти з використанням ПСІ. Дане дослідження пройшло біоетичну експертизу та схвалене на засіданні Комісії з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при НМУ імені О.О. Богомольця (протокол №126). Письмова інформована згода була отримана від усіх пацієнтів, які брали участь у дослідженні.

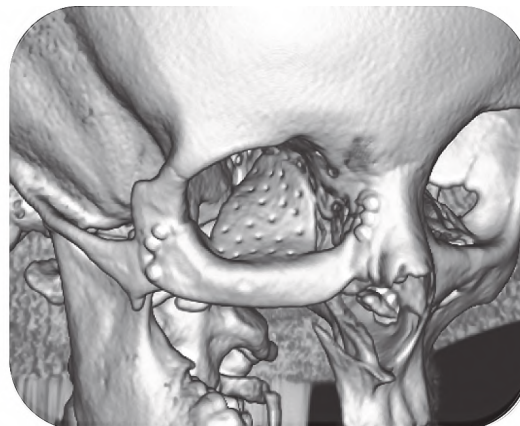
Критеріями включення пацієнтів в дослідження були наступні: наявність дефектів ВК та/або орбіти, при усуненні яких використовували ПСІ, а також наявні дані комп'ютерної томографії (КТ) до та після лікування; письмова поінформована згода пацієнта (**рис. 1**).

Усім пацієнтам, включеним в дослідження, проводили КТ лицевого черепа до та після операції на томографі Philips Diamond Select Brilliance CT 64 (товщина зрізів – 0,5 мм). В програмному середовищі Geomagic Freeform проводили передопераційне планування та створення дизайну ПСІ з інтеграцією елементів ретенції для досягнення однозначності їх положення.

З метою порівняння передопераційного планування і отриманого положення ПСІ проводили сегментацію післяопераційної КТ і отримували віртуальні моделі ВК з встановленим ПСІ. Для подальшого співставлення віртуальну модель ВК, отриману за даними передопераційної КТ об'єднували з вір-



а



б

Рисунок 1 – Клінічне застосування пацієнтспецифічних імплантатів при реконструкції вилицевого комплексу (а) та орбіти (б).

туальним макетом ПСІ. Далі в програмному середовищі Geomagic Freeform вони накладалися одна на одну в автоматичному режимі, де програмний комплекс диференціював відповідні точки обох моделей, визначав середню відстань між ними у «мм» та формував кольорову карту невідповідностей накладених зображень, яка демонструвала існуючі відхилення між моделями. Також було виміряно максимальні відхилення між аналогічними точками моделей, що порівнювались [14]. Крім того, для оцінки точності відновлення реконструйованої орбіти визначали її об'єм після оперативного втручання в програмному комплексі Disior Bonologic CMF Orbital Analysis Software (Хельсінкі, Фінляндія) та порівнювали його з об'ємом визначеним в ході передопераційного планування, паралельно обраховували різницю між ними [10].

Статистичний аналіз даних включав обчислення середніх значень та стандартне відхилення для кожного оцінюваного параметра. Для порівняння відмінностей між параметрами в досліджуваній серії було використано парний критерій Ст'юдента. Рівень статистичної достовірності був заданий на рівні  $p < 0,05$ . Розрахунки проводили в програмному комплексі SPSS (IBM SPSS, США).

Результати дослідження та їх обговорення.

Середнє відхилення між положенням ПСІ після реконструкції та його планованим розташуванням складало  $1,2 \pm 0,4$  мм. При цьому максимальне відхилення в реальному положенні імплантатів становило  $6,9 \pm 2,1$  мм (рис. 2). Оцінка точності відновлення орбіти у пацієнтів, включених в дослідження, показало, що середній планований об'єм орбіти становив  $28,3 \pm 2,8$  см<sup>3</sup>, в той час як після реконструкції він склав  $28,6 \pm 3,1$  см<sup>3</sup> ( $p = 0,334$ ). Середня різниця між ними планованим об'ємом реконструйованої орбіти та реально відтвореним становила  $0,6 \pm 0,2$  см<sup>3</sup> (табл.)

Окремо, нами було виділено 14 випадків з максимальним відхиленням позиції ПСІ від запланованого їх положення. В якості критерію подібного відбору обирали трикратне перевищення відхилення середнього значення в досліджуваній групі. Таким чином дана група пацієнтів склала лише 12,2% від загального числа включених в дослідження. Основними причинами невідповідності передоперацій-

ного планування та післяопераційного результату були неточне віртуальне відновлення цілісності анатомічних структур, хірургічні обмеження в аспекті невідповідності хірургічного доступу наявному дизайну ПСІ, а також похибки в хірургічній техніці при встановленні імплантатів та їх фіксації (рис. 3).

Загалом, отримані результати продемонстрували високу точність відтворення запланованого результату лікування, оскільки сам принцип використання ПСІ ґрунтується на їх детермінованому просторовому розташування при виконанні накладених на них функцій. В представлений серії ПСІ використовували в якості ендопротезів, коли вони безпосередньо заміщували кістковий дефект та як фіксатори для кісткових фрагментів або екзопротезів [1, 3, 5, 8]. Незалежно від функціонального призначення успіх даної концепції на пряму залежав від їх точного положення. При лікуванні досліджуваної групи пацієнтів використання інтраопераційної навігації або КТ була недоступне. Тому точність положення досягалась лише шляхом створення такого дизайну імплантатів, який би виключав інше його положення, окрім детермінованого в ході передопераційного планування. Такий підхід дозволив досягти прийнятної точності при їх використанні. Згідно даних S. Moubayed (2012) [15] досвідченим клініцистом при обстеженні може бути виявлена різниця в положенні вилицевого комплексу не менша 2 мм. В нашому дослідженні середнє відхилення між планованим та реальним положенням ПСІ було менше 1,2 мм. Відмінності не перевищували 2 мм у 81,7% пацієнтів, лише у 12,2% випадків відмічались більші середні відхилення в положенні імплантатів.

Як зазначають H. Essing та співавтори (2013) [16], клінічно помітною є різниця в об'ємі орбіти більша за 2 см<sup>3</sup>, різниця в інтервалі від 1 до 2 см<sup>3</sup> може бути виявлена лише досвідченими клініцистами. Таким чином точність позиціонування ПСІ та відтворення об'єму орбіти в даній серії пацієнтів можна вважати прийнятною [16, 17].

Причини значних відхилень в положенні ПСІ були обумовлені як похибками моделювання, так і недоліками хірургічної техніки. Похибки моделювання були пов'язані з неточним відтворенням анатомії (віртуальним заміщенням дефекту), що була основою для створення дизайну ПСІ. Дані похибки

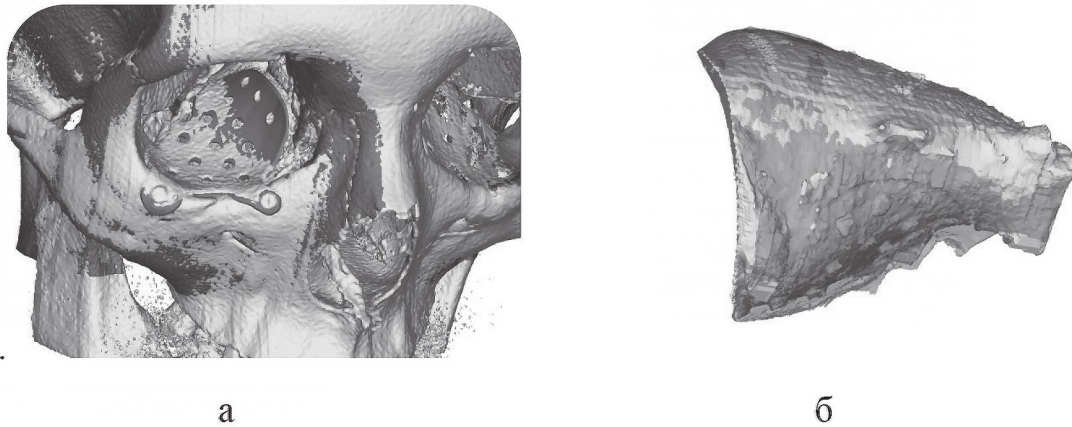


Рисунок 2 – Співставлення передопераційного планування та післяопераційного результату: оцінка позиції імплантату (а) та об'єму орбіти (б).

можна вважати технічними, а їх виникнення можна попередити при забезпеченні тісної співпраці оператора програмного комплексу та хірурга. Іншою причиною похибок на етапі комп'ютерного моделювання була невідповідність дизайну імплантатів обраному операційному доступу та шляху їх введення. Це утруднювало або робило неможливим досягнення імплантатом заданого положення.

Однією з причин неправильного позиціонування ПСІ в ході оперативного втручання було недостатнє оголення кісткового ложа і, як наслідок, потрапляння м'яких тканин між ним та поверхнею імплантатів. Дане ускладнення може усунутися в ході оперативного втручання шляхом візуальної або тактильної ревізії країв імплантату. Порушення техніки фіксації ПСІ, обумовлені нерівномірним тиском фіксуючих

Таблиця – Порівняльний аналіз точності відтворення позиції ПСІ відповідно до передопераційного планування

Середнє відхилення в положенні ПСІ, мм	$1,2 \pm 0,4$
Максимальне відхилення в положенні ПСІ, мм	$6,9 \pm 2,1$
Різниця об'єму орбіти, см <sup>3</sup>	$0,6 \pm 0,2$

користувати навігаційні хірургічні шаблони для засвердлення, які дозволяють задати положення для гвинтів, що фіксують ПСІ. Такий підхід змушує хірурга досягати запланованого положення зміщених фрагментів вилицевого комплексу, в іншому випадку ПСІ не зможе бути зафіксований в заданому положенні. Таким чином основні фактори, що зумовлюють відхилення в положенні ПСІ можуть бути попереджені або усунуті на етапі комп'ютерного

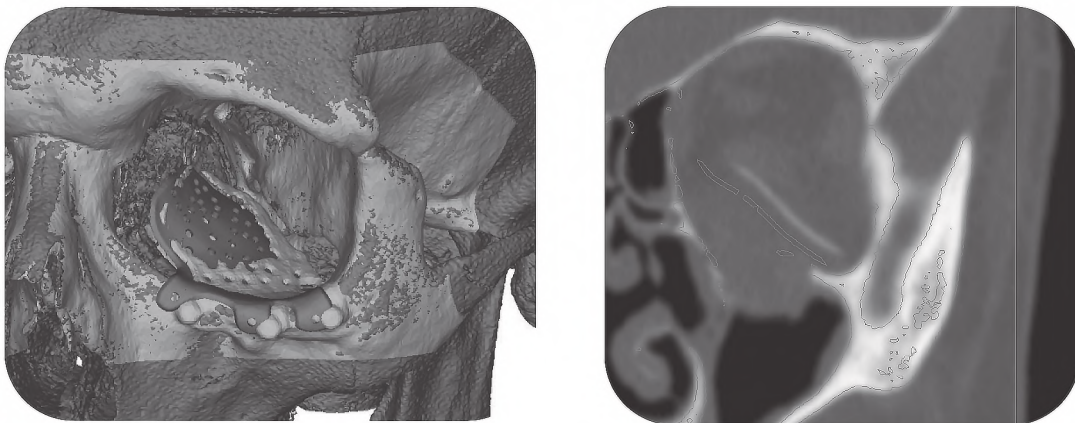


Рисунок 3 – Відхилення реального положення пацієнт специфічного імплантату від передопераційного планування.

гвинтів на різних ділянках імплантатів, призводило до виникнення лінійних відхилень в положенні інших його частин. В той же час основною причиною неточної позиції ПСІ, що виникали на хірургічному етапі лікування, стала неточна репозиція кісткових фрагментів, що виступали опорою або точкою їх фіксації. Це обумовлювало найбільшу величину відхилення позиції імплантатів. Вирішенням в подібній ситуації може стати застосування інтраопераційної навігації або навігаційних хірургічних шаблонів. Так, Schreurs та співавтори (2017) [18] в подібних випадках пропонують перед проведенням репозиції ви-

моделювання або в ході оперативного втручання за умови тісної співпраці оператора програмного середовища та хірурга.

**Висновки.** Дане дослідження підтвердило високий ступінь відтворюваності результатів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання при лікуванні дефектів вилицевого комплексу та орбіти із використанням CAD/CAM технологій: середнє відхилення між запланованим та реальним положенням ПСІ після операції склало  $1,2 \pm 0,4$  мм, а середня різниця об'єму орбіти –  $0,6 \pm 0,2$  см<sup>3</sup>.

Максимальне відхилення між комп'ютерним моделюванням та реально отриманим результатом в аспекті положення ПСІ склало  $6,9 \pm 2,1$  мм. Основними причинами відхилень в положенні імплантатів були неточне віртуальне відновлення цілісності анатомічних структур, невідповідність дизайну ПСІ плану хірургічного втручання, а також похибки

в хірургічній техніці при встановленні імплантатів та їх фіксації.

**Перспективи подальших досліджень.** Ґрунтовний аналіз причин виникнення похибок позиціонування імплантатів та їх вплив на інтегральний клінічний результат являє собою основу для подальших наукових досліджень.

## Література

1. Parthasarathy J. 3D modeling, custom implants and its future perspectives in craniofacial surgery. *Ann Maxillofac Surg.* 2014;4:9-18.
2. Visscher DO, Farré-Guasch E, Helder MN, Gibbs S, Forouzanfar T, van Zuijlen PP, et al. Advances in bioprinting technologies for craniofacial reconstruction. *Trends Biotechnol.* 2016;34:700-10.
3. Mommaerts MY, Nicolescu I, Dorobantu M, De Meurechy N. Extended total temporomandibular joint replacement with occlusal adjustments: Pitfalls, patient-reported outcomes, subclassification, and a New Paradigm. *Ann Maxillofac Surg.* 2020;10:73-9.
4. Wilde F, Hanken H, Probst F, Schramm A, Heiland M, Cornelius CP. Multicenter study on the use of patient-specific CAD/CAM reconstruction plates for mandibular reconstruction. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2015;10:2035-51.
5. Day KM, Phillips PM, Sargent LA. Correction of a Posttraumatic Orbital Deformity Using Three-Dimensional Modeling, Virtual Surgical Planning with Computer-Assisted Design, and Three-Dimensional Printing of Custom Implants. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 2018;11(1):78-82. DOI: 10.1055/s-0037-1601432.
6. Williams JV, Revington PJ. Novel use of an aerospace selective laser sintering machine for rapid prototyping of an orbital blowout fracture. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(2):182-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.12.002>.
7. Gander T, Essig H, Metzler P, Lindhorst D, Dubois L, Rücker M, et al. Patient specific implants (PSI) in reconstruction of orbital floor and wall fractures. *J CranioMaxilloFac Surg.* 2015;43(1):126-130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.10.024>.
8. Schramm A, Suarez-Cunquero M, Rucker M, Kokemueller H, Bormann KH, Metzger MC, et al. Computer-assisted therapy in orbital and mid-facial reconstructions. *The International journal of medical robotics and computer assisted surgery. Int J Med Robotics Comput Assist Surg.* 2009;5:111-24.
9. He Y, Zhang Y, An JG, Gong X, Feng ZQ, Guo CB. Zygomatic surface marker-assisted surgical navigation: a new computer-assisted navigation method for accurate treatment of delayed zygomatic fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(12):2101-2114. DOI: 10.1016/j.joms.2013.07.003.
10. Karkkainen M, Wilkman T, Mesimäki K, Snäll J. Primary reconstruction of orbital fractures using patient-specific titanium milled implants: the Helsinki protocol. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2018;56(9):791-796. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2018.08.008>.
11. Cherpurnyi Y, Chernogorskyi D, Petrenko O, Kopchak A. Reconstruction of Post-Traumatic Orbital Defects and Deformities with Custom-Made Patient-Specific Implants: Evaluation of the Efficacy and Clinical Outcome. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 2019;3:9-17.
12. Zhang X, Ye L, Li H, Wang Y, Dilxat D, Liu W, Chen Y, et al. Surgical navigation improves reductions accuracy of unilateral complicated zygomaticomaxillary complex fractures: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2018 May 2;8(1):6890. DOI: 10.1038/s41598-018-25053-z.
13. Schouman T, Murcier G, Goudot P. The key to accuracy of zygoma repositioning: Suitability of the SynpliciTi customized guide-plates. *J Craniofacial Trauma Reconstr.* 2015;43(10):1942-7. DOI: 10.1016/j.jcms.2014.12.014.
14. Klug C, Schicho K, Ploder O. Point-to-point computer-assisted navigation for precise transfer of planned zygoma osteotomies from the stereolithographic model into reality. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(3):550-9. DOI: 10.1016/j.joms.2005.11.024.
15. Moubayed S, Duong F, Ahmarani C, Rahal A. A Novel Technique for Malar Eminence Evaluation Using 3-Dimensional Computed Tomography. *Arch Facial Plast Surg.* 2012;14(6):403-7.
16. Essig H, Dressel L, Rana M, Kokemueller H, Ruecker M, Gellrich NC. Precision of posttraumatic primary orbital reconstruction using individually bent titanium mesh with and without navigation: a retrospective study. *Head Face Med.* 2013;2:9-18. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-160X-9-18>, 2013.
17. Zimmerer RM, Ellis E 3rd, Aniceto GS, Schramm A, Wagner ME, Grant MP, et al. A prospective multicenter study to compare the precision of posttraumatic internal orbital reconstruction with standard preformed and individualized orbital implants. *J CranioMaxilloFac Surg.* 2016;44(9):1485-1497. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.07.014>.
18. Schreurs R, Dubois L, Becking AG, Maal TJJ. The orbit first! A novel surgical treatment protocol for secondary orbitozygomatic reconstruction. *Journal of Craniofacial Trauma Reconstr.* 2017;45(7):1043-50. DOI: 10.1016/j.jcms.2017.03.026.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ПЕРЕДОПЕРАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОГО РЕЗУЛЬТАТУ ПРИ ЗАМІЩЕННІ ДЕФЕКТІВ ВИЛИЦЕВОГО КОМПЛЕКСУ ТА ОРБИТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАЦІЄНТСPECИФІЧНИХ ІМПЛАНТАТІВ

Чепурний Ю. В., Черногорський Д. М., Жуковцева О. І., Копчак А. В.

**Резюме.** Застосування імітаційного комп'ютерного моделювання в плануванні хірургічних операцій змінили протоколи лікування дефектів та деформацій орбіти і вилицевого комплексу (ВК). Разом з тим, ефективність такого підходу з точки зору точності відтворення позиції пацієнтспецифічних імплантатів (ПСІ), визначеної в ході передопераційного планування, досі залишається невизначеною.

Тому метою даного дослідження було дослідити відповідність положення ПСІ, досягнутого в ході операції, його положенню запланованому в ході передопераційного комп'ютерного моделювання.

**Матеріали і методи.** Для досягнення поставленої мети було проведення порівняльний аналіз передопераційного планування та післяопераційного результату, досягнутого при лікуванні 115 пацієнтів з дефектами ВК та/або орбіти з використанням ПСІ. З метою порівняння передопераційного планування і отриманого положення ПСІ проводили сегментацію післяопераційної КТ і отримували віртуальні моделі ВК з встановленим ПСІ. Для подальшого співставлення віртуальну модель ВК, отриману за даними передопераційної КТ об'єднували з віртуальним макетом ПСІ. Далі в програмному середовищі Geomagic Freeform вони накладалися одна на одну в автоматичному режимі, де програмний комплекс диференціював відповідні точки обох моделей, визначав середню відстань між ними у «мм» та формував кольорову карту невідповідностей накладених зображень, яка демонструвала існуючі відхилення між моделями. Також було виміряно максимальні відхилення між аналогічними точками моделей, що порівнювались.

**Результати.** Середнє відхилення між положенням ПСІ після реконструкції та його планованим розташуванням складало  $1,2 \pm 0,4$  мм. При цьому максимальне відхилення в реальному положенні імплантатів становило  $6,9 \pm 2,1$  мм. Оцінка точності відновлення орбіти у пацієнтів, включених в дослідження, показало, що

середній планований об'єм орбіти становив  $28,3 \pm 2,8 \text{ см}^3$ , в той час як після реконструкції він склав  $28,6 \pm 3,1 \text{ см}^3$  ( $p=0,334$ ). Середня різниця між ними планованим об'ємом реконструйованої орбіти та реально відтвореним становила  $0,6 \pm 0,2 \text{ см}^3$ .

**Висновки.** Дане дослідження підтвердило високий ступінь відтворюваності результатів віртуальної симуляції та комп'ютерного моделювання при лікуванні дефектів вилицевого комплексу та орбіти із використанням CAD/CAM технології. Основними причинами відхилень в положенні імплантатів були неточне віртуальне відновлення цілісності анатомічних структур, невідповідність дизайну ПСИ плану хірургічного втручання, а також похибки в хірургічній техніці при встановленні імплантатів та їх фіксації.

**Ключові слова:** реконструкція орбіти, вилицевий комплекс, пацієнтспецифічні імплантати.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CORRESPONDENCE BETWEEN PREOPERATIVE PLANNING AND SURGICAL OUTCOME IN ZYGOMATIC COMPLEX AND ORBITAL DEFECTS MANAGEMENT WITH PATIENT-SPECIFIC IMPLANTS

Chepurny Y. V., Chernohorskiy D. M., Zhukovtseva A. I., Kopchak A. V.

**Abstract.** The use of computer simulation in the planning of surgical operations has changed the protocols for the treatment of defects and deformities of the orbit and zygomatic complex (ZC). At the same time, the effectiveness of this approach in terms of the precision of reproducing the position of patient-specific implants (PSI), determined during preoperative planning, is still uncertain.

Therefore, the **purpose** of this study was to study the correspondence between the position of the PSI achieved during the operation and its position planned during the preoperative computer simulation.

**Materials and methods.** To achieve this goal, a comparative analysis of preoperative planning and postoperative results achieved in the treatment of 115 patients with ZC and / or orbital defects using PSI was carried out. In order to compare the preoperative planning and the obtained position of the PSI, the postoperative CT was segmented and virtual models of the ZC with the installed PSI were obtained. For further comparison, the virtual ZC model obtained from the data of preoperative CT was combined with the virtual model of the PSI. Then, in the Geomagic Freeform software environment, they were superimposed on each other in an automatic mode, where the software complex differentiated the corresponding points of both models, determined the average distance between them in "mm" and formed a color map of discrepancies of the superimposed images, which demonstrated the existing deviations between the models. The maximum deviations between similar points of the models were also measured.

**Results.** The average deviation between the position of the PSI after reconstruction and its planned location was  $1.2 \pm 0.4 \text{ mm}$ . The maximum deviation in the real position of the implants was  $6.9 \pm 2.1 \text{ mm}$ . Evaluation of the accuracy of orbital volume restoration in patients included in the study showed that the mean planned orbital volume was  $28.3 \pm 2.8 \text{ cm}^3$ , while after reconstruction it was  $28.6 \pm 3.1 \text{ cm}^3$  ( $p = 0.334$ ). The average difference between the planned volume of the reconstructed orbit and the actually reproduced one was  $0.6 \pm 0.2 \text{ cm}^3$ .

**Conclusions.** This study has confirmed the high reproducibility of virtual simulation and computer modeling in the treatment of ZC defects using CAD / CAM technology. The main reasons for deviations in the position of the implants were inaccurate virtual restoration of the integrity of the anatomical structures, the discrepancy between the design of the PSI and the surgical intervention plan, as well as errors in the surgical technique during the placement of implants and their fixation.

**Key words:** orbital reconstruction, zygomatic complex, patient-specific implants.

Рецензент – п. проф. Аветіков Д. С.  
Стаття надійшла 24.12.2020 року

DOI 10.29254/2077-4214-2021-2-160-331-335

УДК 616.314.17-002-085

Шевченко В. К., Мельник В. Л., Костиренко О. П., Силенко Ю. І.

### МОРФОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ В КОМПЛЕКСНОМУ ЛІКУВАННІ ХРОНІЧНОГО ГЕНЕРАЛІЗОВАНОГО ПАРОДОНТИТУ

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава)

[dalve1515@gmail.com](mailto:dalve1515@gmail.com)

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дана робота є фрагментом ініціативної наукової теми кафедри післядипломної освіти лікарів-стоматологів Полтавського державного медичного університету «Відновлення стоматологічного здоров'я у пацієнтів з основними стоматологічними захворюваннями та їх реабілітація», № державної реєстрації 0116U004191.

**Вступ.** На сьогоднішній день захворювання пародонта і, зокрема, генералізований пародонтит є найбільш поширеною проблемою сучасної стоматології. В дорослому віці захворювання зустрічається у 90-95% хворих [1, 2, 3]. В комплексній терапії пацієнтів з захворюваннями тканин пародонту широко вико-

ристовується методи світлолікування (фотодинамічна терапія) [4].

Новітні дослідження показують, що лазерне випромінювання достовірно підвищує активність клітин в 1,3-3,5 рази. Встановлено, що гелій неоновий лазер з довжиною хвилі 0,63 мкм має протизапальну дію, сприяє прискоренню епітелізації і органоспецифічному відновленню тканин слизової оболонки в ділянці дефекту. Даний результат обумовлений інтенсивному синтезу ДНК в клітинах. Встановлено, що в момент опромінення інтенсивність кровопостачання зростає на 20%. Оптимальна вазоконстрикторна доза опромінення складала  $100 \text{ мВт/см}^2$  (для ГНЛ) при експозиції 2 хв ( $12 \text{ Дж/см}^2$ ) [5]. Під впливом безперервного червоного спектру в дозі  $1 \text{ Дж/}$