

## ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЦІЄНТСПЕЦИФІЧНИХ ІМПЛАНТІВ ТА ХІРУРГІЧНОЇ НАВІГАЦІЇ.

Вінницький національний медичний університет ім.М.І.Пирогова

**Анотація.** *На відміну від стандартних рішень індивідуальні конструкції, очевидно, вимагають розширення протоколу у передопераційному періоді. Скорочуючи час операції та зменшуючи час реабілітації пацієнта пацієнтспецифічні імпланти, однак, вимагають затрати значних ресурсів на планування операції, а також залучення цілого ряду додаткових спеціалістів до цього процесу.*

**Ключові слова:** *віртуальне хірургічне планування (VSP), пацієнтспецифічні хірургічні імпланти (PSI), пацієнтспецифічні навігаційні шаблони (PSG), методи автоматизованого проєктування (CAD), методи автоматизованого виробництва (CAM).*

З розвитком сучасних технологій виробництва більш доступними та популярними стають індивідуальні рішення в екто- та ендопротезуванні, до яких відносяться пацієнтспецифічні імпланти (IPS). Переваги пацієнтспецифічних імплантів є очевидними та беззаперечними, це кращий естетичний результат, анатомічно правильне відновлення геометрії кісток та менший час реабілітації пацієнта у післяопераційному періоді тощо[1, 2].

Найпершим та найбільш очевидним методом планування операцій з використанням пацієнтспецифічних імплантів є віртуальне хірургічне планування (VSP) — це передопераційний метод планування, який передбачає візуалізацію хірургічного втручання за допомогою спеціального комп'ютерного програмного забезпечення. Одним з інструментів, що витікає з віртуального хірургічного планування є прототипування[3]. Крім прототипування власне пацієнтспецифічних імплантів на передопераційному етапі, це, також, виготовлення моделей кісток у реальному масштабі з дефектом та без, комбінованих моделей, багатокомпонентних складних моделей з виділенням важливих анатомічних структур, судин, нервових стовбурів, пухлин, чужорідних тіл тощо[3]. Технології адитивного виробництва такі як стереолітографія (SLA), PolyJet, моделювання методом пошарового наплавлення, селективне лазерне плавлення (SLM), селективне лазерне спікання (SLS) і електронно-променево плавлення (EBM) підходять для виготовлення складних анатомічних деталей без будь-яких обмежень, у тому числі трабекулярних структур[4, 5].

Не дивлячись на усі можливості віртуального хірургічного планування та прототипування, трапляються випадки коли геометрія кістки не дозволяє спозиціонувати пацієнтспецифічний імплант у заплановане положення. У такому випадку необхідно передопераційне створення конструкції для навігації в операційному полі та підготовки до встановлення пацієнтспецифічного імпланту. Пацієнтспецифічні навігаційні шаблони(PSG) являють собою індивідуальні хірургічні інструменти, які надають хірургу максимально інформації про план оперативного втручання[6].

Існує велика кількість варіантів використання пацієнтспецифічних навігаційних шаблонів, в залежності від місця де планується оперативне втручання це можуть бути шаблони на поверхню шкіри, на слизову оболонку, на поверхню кістки чи дентальні шаблони. За своєю складністю вони можуть бути простими або комбінованими. У випадку комбінованих шаблонів вони являють собою модульну структуру де є кілька взаємозамінних частин, кожна з яких використовується на певному етапі операції. Крім того, навігаційний шаблон може бути нерозбірним та розбірним, що у випадку обмеженого доступу може допомогти встановити шаблон в заплановане положення[7]. Виготовляється шаблон з різних матеріалів в залежності від сценарію його використання, це можуть бути як гнучкі, пластичні матеріали, наприклад, коли ми плануємо роботу з м'якими тканинами, так і матеріали підвищеної жорсткості, у випадку коли оперативне поле обмежене і потрібно створити

міцну, але не об'ємну навігаційну конструкцію, або ж, якщо планується використовувати шаблон для навігації ріжучого інструменту[8].

Для протоколу хірургічного втручання з використанням пацієнтспецифічних імплантів та навігаційних шаблонів також додаються додаткові методи дослідження. Отже, крім радіологічних досліджень необхідно провести сканування ділянки інтересу або сканування гіпсових моделей, які отримані після зняття відбитка з ділянки інтересу. Такі дані потрібні будуть для створення нашкірних, наслизових або дентальних шаблонів, останні забезпечують найбільш точне позиціонування на відміну від інших. Одним з поширених в медицині є метод сканування внутрішньоротовим чи позаротовим світлоструктурованим сканером, який дозволяє досягти високої точності прилягання та створення складних просторових елементів, які неможливо змоделювати прецизійно опираючись на стандартні відбитки, оскільки деформація шкіри чи слизової оболонки при створенні тиску на її поверхню, або зміна положення тіла, можуть значно впливати на результат дослідження.

Навігаційний шаблон також повинен містити інформацію для лікаря про план операції(Рис. 1).

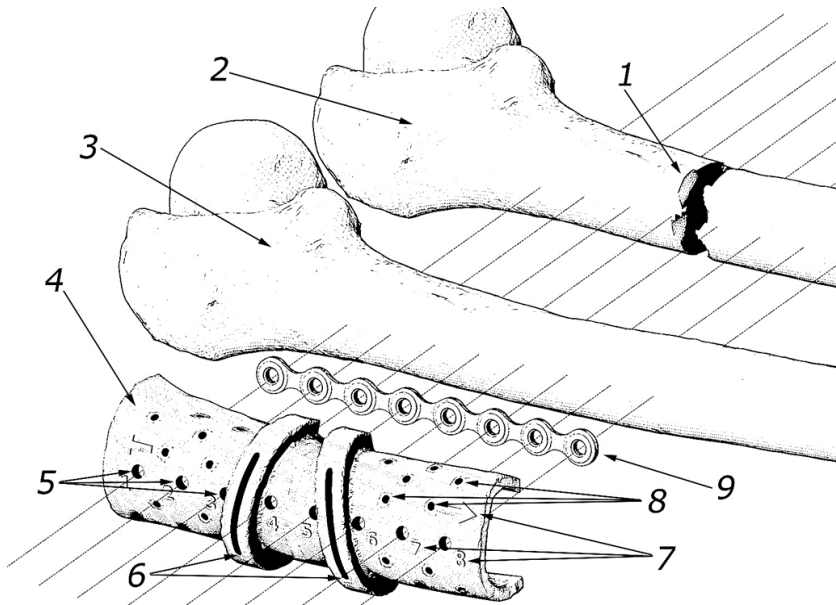


Рис.1

- 1- Дефект
- 2- Кістка
- 3- Модель кістки без дефекту
- 4- Індивідуалізований навігаційний шаблон
- 5- Отвори напрямні для свердлення
- 6- Резекційні навігаційні площини
- 7- Умовні позначки
- 8- Дренажні отвори
- 9- Пацієнтспецифічний імплант

До таких елементів, що можуть передати лікарю цю інформацію інтраопераційно належать умовні позначки на шаблоні, які можуть вказувати напрям позиціонування шаблону, порядок свердлення отворів, довжину гвинтів в тому чи іншому положенні, відстань до анатомічно важливих структур судин, нервів, коренів зубів тощо; отвори для елементів фіксації шаблону; вікна для введення інструменту з обмежувачами та напрямними; резекційні площини для відображення напряму та кута резекції тих чи інших тканин та ін.[9].

Комбінація персоналізованих шаблонів та індивідуальних конструкцій з попереднім віртуальним хірургічним плануванням використовуючи методи автоматизованого проєктування (CAD) та автоматизованого виробництва (CAM) мінімізує видалення здорових тканин, забезпечує мінімальний доступ оперативного втручання, створює умови для більш практичного використання фіксуючих елементів конструкції, відновлює втрачену форму здорових

тканин забезпечуючи кращий естетичний результат, а також прецизійне відновлення геометрії кісток черепа та скорочує час реабілітації пацієнта у післяопераційному періоді.

**Висновок.** Попри те, що хороші результати можуть і часто досягаються без використання віртуального хірургічного планування (VSP) та індивідуальної хірургічної навігації, дуже суб'єктивний характер цього процесу призводить до непередбачуваних результатів для хірурга, а також може призвести до збільшення тривалості хірургічного втручання, що несе за собою додаткові ризики для пацієнта. Хоча наявність спеціалізованого технічного та медичного персоналу, а також вартість обладнання все ще обмежують доступ до цифрових систем у перспективності цього напряму немає сумніву. Персоналізовані рішення — це ще один інструмент для лікаря, що дозволяє

виконувати операції, в тому числі дуже складні, з високою передбачуваністю та надійністю, коли хірург повністю контролює кожен етап операції. Деякі хірурги марно вважають, що вони можуть виконувати операції, які перевершують їхні навички, оскільки вони використовують персоналізовані рішення. Однак успіх операції все ще залежить в основному від навичок хірурга.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Huang M F, Alfi D, Alfi J, Huang A T. The Use of Patient-Specific Implants in Oral and Maxillofacial Surgery. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America 2019; 31(4): 593-600. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.07.010>.
2. Singh GD, Singh M. Virtual Surgical Planning: Modeling from the Present to the Future. Journal of Clinical Medicine. 2021; 10(23):5655. <https://doi.org/10.3390/jcm10235655>
3. Hosni Y.A. Contribution of Cad-Cam and Reverse Engineering Technology to the Biomedical Field. Current Advances in Mechanical Design and Production VII. 2000; 491-499. <https://doi.org/10.1016/B978-008043711-8/50050-7>
4. Bahnini I, Rivette M, Rechia A et al. Additive manufacturing technology: the status, applications, and prospects. Int J Adv Manuf Technol. 2018; 97:147-161. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1932-y>
5. Dekel S, Omri E, Ori B, Dani N, Adi R. Printing the Future-Updates in 3D Printing for Surgical Applications. Rambam Maimonides Med J 2018;9(3):e0020. <https://doi.org/10.5041/RMMJ.10343>
6. Gauci M-O. Patient-specific guides in orthopedic surgery. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research 2022, 108(1):103154. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103154>
7. Sink J, Hamlar D, Kademani D, Khariwala SS. Computer-aided stereolithography for presurgical planning in fibula free tissue reconstruction of the mandible. J Reconstr Microsurg 2012, 28:395-404
8. Oldhoff M G E, Mirzaali M J, Tümer N, Zhou J, Zadpoor A A. Comparison in clinical performance of surgical guides for mandibular surgery and temporomandibular joint implants fabricated by additive manufacturing techniques. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 2021, 119: 104512. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104512>
9. Mijiritsky E, Ben Zaken H, Shacham M, Cinar IC, Tore C, Nagy K, Ganz SD. Variety of Surgical Guides and Protocols for Bone Reduction Prior to Implant Placement: A Narrative Review. Int J Environ Res Public Health. 2021 Feb 27;18(5):2341. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052341>

*Ліхницький Олексій Олексійович, к.м.н., доцент кафедри хірургії №2 з курсом Основи стоматології Вінницького національного медичного університету ім.М.І.Пирогова, м.Вінниця.*

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

### **BASIC ASPECTS OF APPLYING PATIENT-SPECIFIC IMPLANTS AND SURGICAL NAVIGATION.**

***Abstract:** Individual designs obviously require expansion of the preoperative period protocol compared to standard solutions. Shortening the operation time and reducing the patient's rehabilitation time by patient-specific implants, nevertheless, require the expenditure of significant resources for the planning of the operation, as well as the involvement of a number of additional specialists in this process.*

***Keywords:** virtual surgical planning (VSP), patient-specific implants (PSI), patient-specific guides (PSG), computer-aided design (CAD), computer-aided manufacturing (CAM).*

***Likhitskyi Oleksii, Ph.D., Docent of Department of Surgery 2 with course of Basics of Dentistry, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya.***

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