

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ РЕПОЗИЦІЇ КІСТКОВИХ ФРАГМЕНТІВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ГОЛІВКИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НАВІГАЦІЙНИХ ХІРУРГІЧНИХ ШАБЛОНІВ ТА ПАЦІЄНТО-СПЕЦИФІЧНИХ ФІКСАТОРІВ

Інститут післядипломної освіти Національного медичного
університету імені О. О. Богомольця (м. Київ)

tanyapavlychuk17@gmail.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом НДР «Наукове обґрунтування ранньої діагностики генералізованих захворювань пародонта хронічного та загостреного перебігу», № державної реєстрації 0118U100471.

Вступ. Сконево-нижньощелепний суглоб (СНЩС) є складною анатомічною структурою, що забезпечує різноманітні жувальні і нежувальні рухи нижньої щелепи (НЩ) в 3-х ортогональних площинах [1]. Травматичні ушкодження СНЩС, зокрема переломи голівки НЩ, супроводжуються зміною топографо-анатомічних співвідношень елементів суглобу та розвитком внутрішніх порушень, які часто стають причиною глибоких функціональних розладів [2]. В численних рандомізованих дослідженнях проведених наприкінці 20-го – початку 21 ст. було переконливо доведено, що відкрита репозиція суглобової голівки та її функціонально-стабільна фіксація в правильному анатомічному положенні дозволяє досягти кращих морфологічних та функціональних результатів порівняно із консервативними методами лікування [2-4]. Автори продемонстрували, що незважаючи на значні адаптивні можливості СНЩС, зміщення кісткових фрагментів та зміна форми голівки НЩ часто супроводжуються декомпенсацією із обмеженням рухів НЩ, виникненням больового синдрому, зміною оклюзійних співвідношень тощо, особливо при переломах типу В і С за Neff, які супроводжуються зменшенням висоти гілки та втратою її опірної здатності.

Запропонований метод хірургічного лікування із використанням довгих бікортикальних гвинтів виготовлених з титану продемонстрував свою клінічну ефективність і на сьогоднішній день розглядається, як золотий стандарт у лікуванні переломів голівки НЩ [2,5-7]. Водночас, автори зазначають, що хірургічне лікування даного виду травми є складним і потребує спеціального технічного забезпечення та значного досвіду хірурга. Це пов'язано із складною топографічною анатомією зони ураження, обмеженим хірургічним доступом, поганою візуалізацією та втратою анатомічних орієнтирів особливо у випадках багатоуламкових переломів чи фрагментації кортикального шару кістки в ділянці латерального полюсу або на задній поверхні голівки НЩ [8,9]. Підходи до репозиції кісткових уламків при цьому визначаються наявними технічними можливостями, клінічним досвідом та уподобаннями хірурга, та значною мірою залежать від його інтуїції, просторового уявлення та мануальних навичок.

Одним із можливих напрямків підвищення точності співставлення кісткових уламків та прецизійності встановлення елементів фіксації із одночасним зменшенням операційних ризиків і впливу

суб'єктивних чинників на результат хірургічного втручання у хворих цієї категорії є застосування методів комп'ютерної діагностики, віртуальної симуляції хірургічних втручань, інтраопераційної навігації, та CAD/CAM технології. Комп'ютерне моделювання (CAD) та виробництво під контролем комп'ютера (CAM) на сьогоднішній день успішно використовуються в щелепно-лицевій травматології та реконструктивній хірургії [10]. CAD/CAM технологія дозволяє відтворювати хірургічні втручання в програмному середовищі, зокрема проводити віртуальну репозицію фрагментів при переломах кісток обличчя, обирати оптимальний спосіб фіксації та підвищувати точність хірургічних маніпуляцій шляхом виготовлення навігаційних шаблонів або пацієнтспецифічних фіксаторів [10-12]. Wang et al., 2013; Yang et al. 2013; Han et al., 2018 та інші продемонстрували ефективність віртуальної репозиції при переломах голівки НЩ для визначення типу, довжини та оптимального положення гвинтів, а також оцінки можливих інтраопераційних ризиків [13-15]. Автори вказували на підвищення клінічної ефективності лікування пацієнтів з даним видом травми при застосуванні методів віртуальної симуляції, водночас визначали основне обмеження наявне в цьому випадку – відсутність надійного механізму реалізації створеного в програмному середовищі плану хірургічного втручання під час його проведення. Дані щодо застосування методів інтраопераційної навігації у пацієнтів з переломами голівки НЩ, в тому числі навігаційних хірургічних шаблонів та індивідуалізованих пацієнтспецифічних фіксаторів, які успішно вирішують дану проблему вкрай обмежені. Це пояснюється здебільшого технічною складністю їх виготовлення, особливостями хірургічних доступів та анатомічними обмеженнями ураженої ділянки. Удосконалення методів виготовлення подібних конструкцій (селективне лазерне спікання титану, фрезерування з цифровим контролем) розкрило нові можливості для їх використання при високих переломах голівки НЩ. Нами розроблений та впроваджений алгоритм моделювання та інтраопераційного застосування металевих навігаційних шаблонів та пацієнтспецифічних фіксаторів, призначених для правильного позиціонування фрагментів голівки у трьох вимірах, та їх утримання у репонуваному положенні під час засверлювання фіксаційних гвинтів.

Метою даного дослідження було оцінити точність репозиції кісткових фрагментів при переломах голівки НЩ із застосуванням навігаційних шаблонів та пацієнто-специфічних фіксаторів у порівнянні із традиційними методами остеосинтезу за даними мультиспівальної комп'ютерної томографії.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єктом даного дослідження були 32 пацієнти з внутрішньосуглобовими переломами голівок нижньої щелепи (у семи з них переломи даного типу були двосторонніми), що проходили лікування на базі Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології Київської обласної клінічної лікарні (Київ, Україна) за період з травня 2017 року по квітень 2020 року.

Критерії включення в дослідження були – переломи голівки нижньої щелепи (тип Р за Neff et al., 2014) зі зміщенням відламків, яким проводили відкрити репозицію та фіксацію відламків, письмова згода на участь в дослідженні, вичерпне клінічне та томографічне документування випадку в перед- та післяопераційному періоді [6,16]. Критеріями виключення були – інтракапсулярні переломи голівки нижньої щелепи без зміщення відламків, вік пацієнтів до 16 років, наявність супутньої соматичної патології в стані декомпенсації, психічні захворювання, алкоголізм, наркотична залежність, давність травми більше 15 днів на момент операції, низька якість комп'ютерної томографії, не дотримання лікарських рекомендацій та відсутність взаємодії з лікарем в післяопераційному періоді, відмова пацієнта від участі в дослідженні.

Всіх пацієнтів було розділено на 2 групи залежно від способу проведення остеосинтезу голівки НЩ. У першій групі – контрольній (19 пацієнтів, 23 переломи голівки НЩ) репозицію та фіксацію уламків проводили за класичною методикою. Уламки репонували під візуальним контролем хірурга і фіксували 2 титановими позиціонуючими гвинтами, а у випадках, коли це було неможливо (біомеханічно несприятливі, уламкові переломи), використовували титанові міні та мікро-пластини (самостійно або у поєднанні із позиціонуючими гвинтами [2,16]). У другій групі (14 пацієнтів, 16 ПГНЩ) в для репозиції уламків перед встановленням позиціонуючих гвинтів застосовували навігаційні хірургічні шаблони, а у випадку несприятливих багато уламкових переломів – пацієнтоспецифічні титанові фіксатори, що самі виступали в ролі репозиційного шаблону.

Всіх хворих було обстежено згідно стандартної схеми, що включала збір анамнезу, оцінку загального та місцевого статусу, застосування лабораторних і інструментальних методів дослідження. Для визначення типу перелому, характеру зміщення уламків та віртуального планування хірургічного втручання в програмному середовищі CAD всім пацієнтам перед операцією проводили мультиспіральну комп'ютерну томографію на апараті Toshiba Aquilion 16, з товщиною зрізу 0,5 мм. Дані КТ кожного пацієнта в форматі DICOM були імпортовані в програмне забезпечення D2P software (version 1.0.2.53, Symbionix Ltd/3D Systems Inc., Beit Golan, Israel) для аналізу та сегментації. В наступному були створені віртуальні 3-D моделі ушкодженої НЩ та всіх кісткових фрагментів для оцінки типу перелому, товщини кортикального шару та топографічної анатомії зони ураження. Після цього проводили віртуальну репозицію кісткових фрагментів та обирали оптимальну довжину та діаметр позиціонуючих гвинтів. В основній групі додатково моделювали пацієнто-специфічні конструкції медичного призначення (навігаційні хірургічні шаблони, індивідуалізовані фіксатори, тощо). Дизайн навігаційних хірургічних

шаблонів був спрямований на забезпечення правильного тривимірного позиціонування фрагментів, утримання останніх під час засверлювання та встановлення фіксуючих гвинтів. Основними аспектами, які враховували при індивідуальному моделюванні, були можливість встановлення та закріплення конструкції в анатомічно безпечних зонах, та необхідність уникнути функціонально важливих ділянок прикріплення латерального крилоподібного м'язу, капсули та зв'язок. В дизайні конструкції було створено ряд невеликих отворів, для закріплення шаблону на медіальному та латеральному фрагментах мікрогвинтами та два позиціонуючих отвори для бікортикальних фіксуючих гвинтів. Краї та поверхня шаблону були віртуально згладжені, відповідно до морфології кісткової поверхні після репозиції (рис. 1, 2).

Операцію проводили під загальним знеболенням, застосовуючи завищений доступ (Neff et al., 2005, Axhausen, 1931, Bockenheimer P, 1920) [5,17,18]. У пацієнтів контрольної групи репозицію відламків проводили під візуальним контролем задньої поверхні та латерального полюсу голівки НЩ. Фіксацію здійснювали двома позиціонуючими гвинтами довжиною 12-14 мм, залежно від розміру малого фрагмента. В біомеханічно не сприятливих випадках, зокрема при багато уламкових переломах застосовували титанові мікро та міні пластини (прямі, трапецієподібні та L-подібні), як самостійний спосіб фіксації або у поєднанні із бікортикальними позиціонуючими гвинтами. У пацієнтів основної групи для репозиції та позиціонування гвинтів використовували навігаційні хірургічні шаблони, у випадках, що супроводжувались руйнуванням латерального полюсу голівки НЩ, або за наявності тонкого кортикального шару гвинтову фіксацію поєднували з індивідуалізованою підсилюючою пластиною невеликого розміру, розташованою вздовж латеральної поверхні гілки НЩ. Контрольну КТ проводили на наступний день після хірургічного втручання.

Відповідність змодельованого плану та отриманого післяопераційного результату оцінювали за допомогою програмного забезпечення Geomagic Freeform, Rock Hill, South Carolina, USA, шляхом накладання STL моделі віртуально репонуваної голівки НЩ на 3-D реконструкцію післяопераційної КТ кісток лицевого черепа. Для зменшення кількості похибок титанові фіксатори віртуально були видалені із зон порівняння. Комп'ютерна програма диференціювала відповідні точки обох моделей та обчислювала середню відстань між ними, виражену в «мм». В наступному формувалася кольорова карта невідповідностей накладених зображень, яка демонструвала існуючі відхилення між відповідними точками моделей. Крім того вимірювали максимальні відхилення між точками моделей, що порівнювались (рис. 3).

Для визначення характеру розподілу вибірки застосовували критерій перевірки нормальності Колмогорова-Смірнова. Статистичний аналіз отриманих даних передбачав розрахунок середніх величин, середньо-квадратичного відхилення, похибки середньої, медіани та перцентилей (для параметрів, що мали ненормальний закон розподілу). Оцінка вірогідності розбіжностей між показниками базувалась на використанні непараметричного критерію Мана-

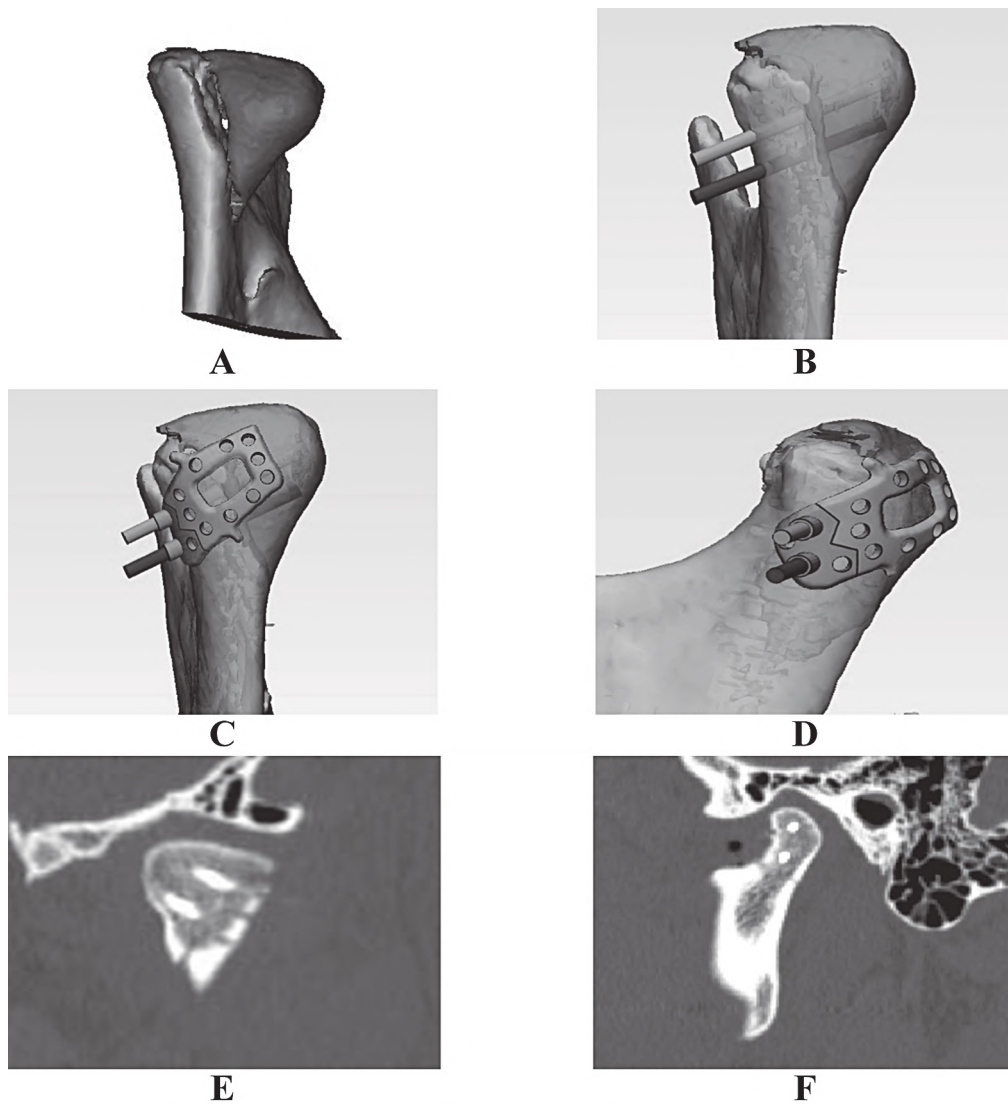


Рисунок 1 – А, В – віртуальна репозиція та позиціонування гвинтів для фіксації відламків пацієнта з переломом голівки НЩ. С, D – репозиційна та навігаційна частини двокомпонентного шаблону. Е, F – післяопераційна комп'ютерна томографія.

Уітні. Статистичні розрахунки проводили в програмному середовищі SPSS Statistics (IBM SPSS, США).

При проведенні дослідження було забезпечено дотримання принципів біоетики та прав пацієнта відповідно до Гельсінської Декларації та Основ законодавства України про охорону здоров'я (1992). Експертизу матеріалів роботи було проведено комісією з біоетики НМУ імені О. О. Богомольця (Протокол № 126 від 13.11.2019).

Результати досліджень та їх обговорення. Серед пацієнтів, включених в дослідження, було 31 чоловік та 8 жінок, віком від 19 до 61 року, середній вік $38 \pm 11,8$ років. За результатами передопераційного аналізу КТ було визначено наступний розподіл хворих за типами переломів. Результати хірургічних втручань розглядалися як задовільні (середнє відхилення між двома 3D моделями менше 2 мм) у всіх випадках. Водночас абсолютної відповідності отриманого результату репозиції та віртуального плану операції в жодному випадку досягнуто не було. Середнє відхилення точок при порівнянні спланованого та отриманого на післяопераційному КТ результату складало $1,02 \pm 0,56$ мм у пацієнтів контрольної групи та $1,05 \pm 0,46$ мм у пацієнтів основної групи при

застосуванні CAD/CAM технологій ($p > 0,05$). Максимальні відхилення в основній групі коливались від 1,4 до 4,2 і в середньому становили $3,3 \pm 0,87$ мм. В контролі вони були вірогідно більшими ($U, p < 0,05$) і в середньому становили $5,05 \pm 2,5$ мм (від 2,5 до 10,5).

Основною задачею лікування переломів НЩ є відновлення її анатомічної форми і функції [2]. В більшості випадків ця задача ефективно вирішується шляхом проведення відкритої репозиції і функціонально-стабільного остеосинтезу, який вважають «золотим стандартом» в лікуванні даного виду травми [2,5-7]. Особливості хірургічних доступів, техніки проведення операції, застосованих способів фіксації для різних анатомічних ділянок НЩ в цілому є визначеними і відображеними в міжнародних протоколах та клінічних настановах, а їх ефективність підтверджена в мультицентрових рандомізованих дослідженнях, окрім переломів голівки НЩ, лікування яких залишається предметом серйозної дискусії. Для переломів цієї локалізації притаманні складна топографічна анатомія зони ураження, із наявністю важливих анатомічних структур, ушкодження яких вкрай не бажане, погана візуалізація та обмежений хірургічний доступ, що ускладнює будь які маніпуляції з

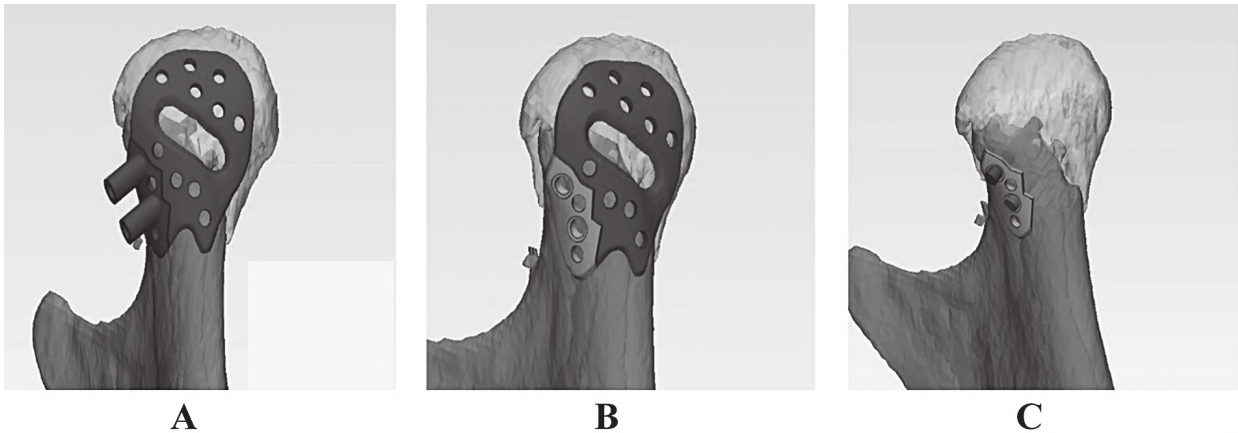


Рисунок 2 – Дизайн двокомпонентного навігаційного шаблону (А, В) та пацієнт специфічної розвантажувальної платини (С) у пацієнта з біомеханічно не сприятливим типом перелому голівки НЩ.

кістковими фрагментами, особливості кісткової архітектури голівки НЩ та значне різноманіття типів її фрагментації, із втратою надійних анатомічних орієнтирів [8,9]. Внаслідок цього хірургічне лікування переломів голівки НЩ є складним та пов'язаним зі значними інтраопераційними ризиками. При проведенні операції хірург має уникати надмірного пошкодження м'яких тканин, суглобового хряща, пенетрації порожнини суглоба елементами фіксації та надмірного скелетування кісткових фрагментів із втратою екстраосальних джерел їх живлення [2,8,9]. Успіх операції значною мірою залежить від досвіду і мануальних навичок хірурга та асистента, наявного технічного забезпечення, індивідуальних анатомічних особливостей будови СНЩС та характеру його ушкодження.

Зважаючи на високі ризики та недостатню прогнозованість хірургічних втручань на СНЩС, деякі автори рекомендують консервативний підхід у лікуванні даного типу переломів, вказуючи на значні адаптивно-компенсаторні резерви СНЩС та можливість перебудови жувального стереотипу із збереженням функції навіть при багато уламковій фрагментації голівки та значному зміщенні малого фрагменту [19]. Втім, на сьогоднішній день, існують переконливі докази того, що точна репозиція фрагментів голівки із відтворенням її природної форми і положення в суглобовій ямці забезпечує вірогідно кращі функціональні результати, як в ранньому так і у віддаленому післяопераційному періоді [2-4]. В роботах Key, 1932 Danis, 1956 and Schenk et al., 1970 продемонстровано, що перебіг репаративної регенерації та перебудови кістки вірогідно залежить від точності співставлення кісткових фрагментів [20-22]. В роботі Kolk & Neff, 2015 продемонстровано більш сприятливий перебіг посттравматичної перебудови голівки НЩ в разі проведення адекватної репозиції кісткових фрагментів [2].

В зв'язку з цим в останні роки збільшується кількість публікацій присвячених удосконаленню хірургічної техніки, методів репозиції та фіксації уламків з метою збільшення точності співставлення уламків та встановлення фіксаторів із одночасним зменшенням інвазивності процедур та інтраопераційних ризиків. Одним з перспективних рішень в цьому напрямку на думку авторів є застосування інтраопераційної навігації та CAD/CAM технологій, зо-

крема навігаційних хірургічних шаблонів та пацієнто-специфічних фіксаторів, що полегшують реалізацію віртуального плану втручання та роблять його менш залежним від навичок та досвіду оператора [10]. Ці технології довели свою ефективність в різних галузях травматології та реконструктивної хірургії обличчя (зокрема при переломах, дефектах і деформаціях орбіт, нижньої щелепи, вилицевого комплексу, в ортогнатичній хірургії) [10-12]. Однак при проведенні операцій з приводу переломів голівки НЩ їх застосування не набуло значного поширення в зв'язку із низкою технічних складностей і обмежень. Розміри, форма і шлях введення пацієнто-специфічної конструкції є чітко детермінованими та визначаються обраним хірургічним доступом та потребою враховувати анатомічні «безпечні зони». Очевидно, що такі конструкції мають дуже малий розмір, що позначається на їх механічних властивостях та вимагає виключної прецизійності. Прогрес методів 3-D друку, широке впровадження технологій порошкової металургії, зокрема селективного лазерного спікання титану, удосконалення комп'ютерного програмного забезпечення CAD зробили процес виробництва подібних конструкцій доступним, швидким та клінічно доцільним.

Оригінальний дизайн навігаційних шаблонів та пацієнто-специфічних фіксаторів, виготовлених з титану відповідав вимогам до таких конструкцій: їх можна було застосовувати за допомогою звичайного (завушного) доступу, а розмір адаптувався до обмеженого простору при виконанні оперативного втручання. Конструкції фіксували мікрогвинтами в належному, віртуально змодельованому положенні, що зменшувало ризик низки післяопераційних ускладнень та покращувало біомеханічні властивості системи фіксації.

Метою даного дослідження була об'єктивна оцінка точності проведення хірургічних втручань із використанням CAD/CAM технологій порівняно із традиційними методами фіксації фрагментів голівки НЩ [2,5-7]. Всі хірургічні втручання проводилися із використанням завушного доступу, який дозволяє добре візуалізувати задню поверхню і латеральний полюс голівки, а також встановлювати фіксуючі гвинти із оптимальною, найбільш безпечною ангуляцією. Використання даного підходу дозволило досягнути високої точності репозиції у значної частини хворих

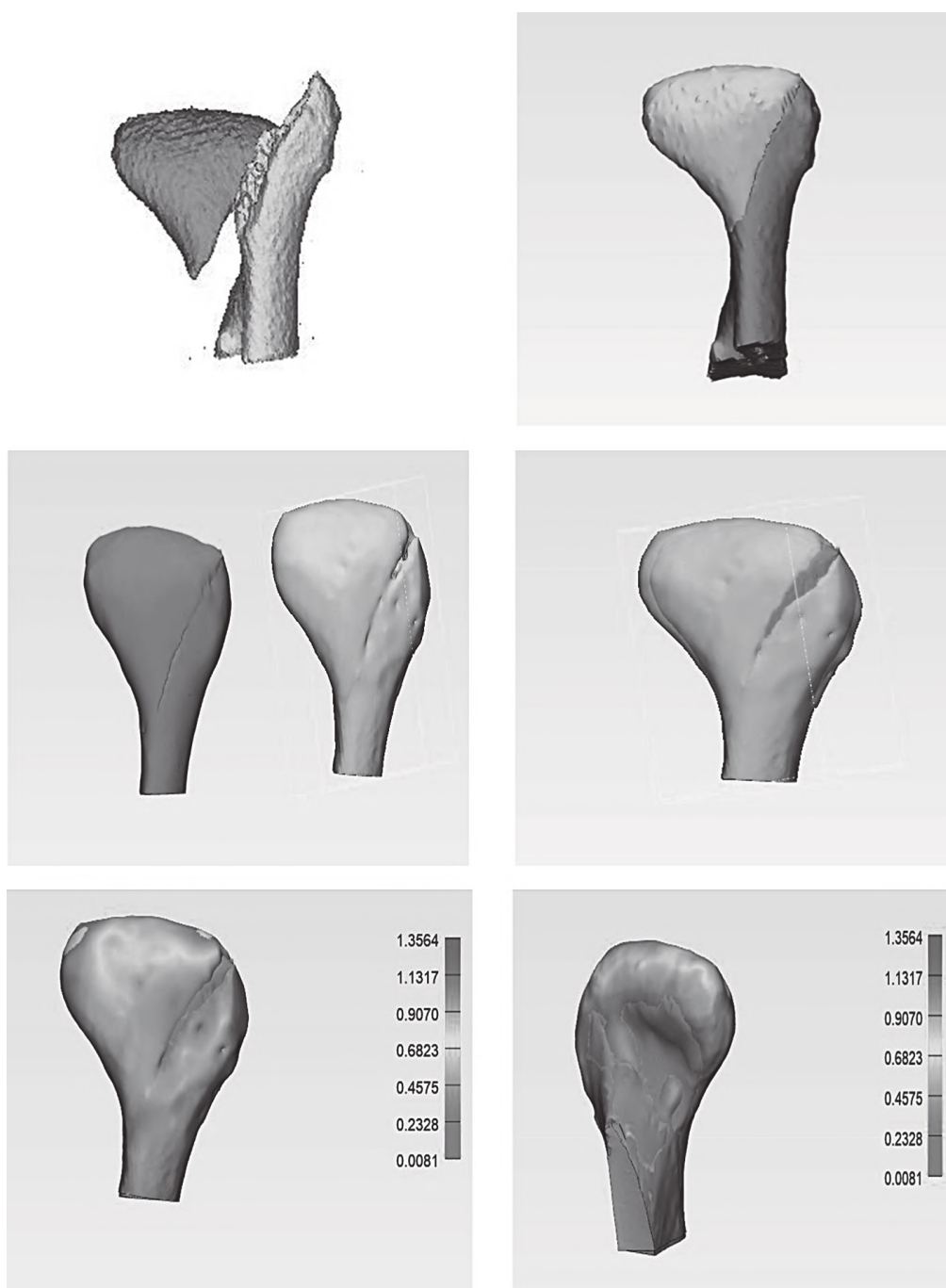


Рисунок 3 – Оцінка відповідності змодельованого плану та отриманого післяопераційного результату шляхом співставлення STL моделі віртуально репонованої голівки НЩ на 3-D реконструкцію післяопераційної КТ.

без використання інтраопераційної навігації. Проблемаю доступу залишається погана візуалізація передньої поверхні голівки та її медіального полюсу, що створює передумови до виникнення лінійних і кутових відхилень, особливо при уламкових переломах із втратою анатомічних орієнтирів. Крім того, традиційні підходи не гарантують необхідної точності в позиціонуванні фіксаторів. Так, під час сверління та вкручування шурупа не завжди можливо забезпечити точну позицію малого фрагмента. Засверлювання гвинтів на велику глибину може призвести до пошкодження м'яких тканин та великих кровоносних судин, а їх не правильне положення не дає необхідної стабільності і, як наслідок, сприяє зміщенню малого фрагмента в неправильне положення.

Проведені нами дослідження продемонстрували, що максимальні відхилення точок після остеосинтезу голівки НЩ від оптимального анатомічного положення можуть бути досить значними (від 1,4 мм до 10,5 мм). Застосування навігаційних хірургічних шаблонів збільшувало точність співставлення уламків, за рахунок чого максимальна величина відхилення зменшувалась на 40% (3,3 мм проти 5,05 мм). При цьому середня величина відхилення голівки в групах порівняння вірогідно не відрізнялась і виявлялась не значною, на рівні 1 мм. Це можна пояснити наступним: репозиція фрагментів голівки НЩ через заушний доступ під прямим візуальним контролем дозволяє надійно контролювати лінійні зміщення уламків один відносно одного, але при цьому дуже складно

контролювати кутові зміщення із розходженням щілини перелому в ділянці передньої поверхні голівки та відхиленням медіального полюсу від оптимального положення. Кутові зміщення майже не позначаються на середньому значенні відхилення, що враховує всі точки поверхні моделей, але вірогідно впливає на величину максимального відхилення. Застосування навігаційних шаблонів та PSI, зменшуючи ризики кутових зміщень, таким чином вірогідно підвищує інтегральну точність хірургічних втручань та робить їх більш передбачуваними. Наявність відхилення від віртуального плану операції при їх застосуванні була зумовлена неможливістю жорсткого закріплення конструкції до дрібних уламків та при зниженні якості кістки в посттравматичному періоді.

Отримані результати підтвердили дані авторів, щодо застосування пацієнто-специфічних конструкцій при інших типах переломів [10-12]. Але незважаючи на встановлену принципову перевагу, що полягала в підвищенні точності співставлення уламків та відновлення нормальної анатомічної форми голівки НЩ, за даними літератури їм притаманні низка недоліків – зокрема потреба в додаткових затратах часу на моделювання і виготовлення, висока вартість, по-

треба в збільшенні інвазивності втручання та зони відшарування окістя для створення додаткового простору при встановленні конструкції.

Висновки. Застосування CAD/CAM технологій, зокрема навігаційних хірургічних шаблонів та пацієнто-специфічних фіксаторів при лікуванні переломів голівки НЩ дозволяє вірогідно збільшити точність репозиції кісткових уламків. Максимальне відхилення між віртуальною репозицією фрагментів та отриманим результатом за даними КТ при цьому зменшується в середньому на 40% (3,3 мм проти 5,05 мм) порівняно із традиційними методами відкритої репозиції та остеосинтезу.

Перспективи подальших досліджень. Важливим обмеженням даної роботи є потреба у визначенні функціонального стану СНЩС у віддаленому післяопераційному періоді та процесів ремоделювання голівки, особливо за наявності масивних пацієнто-специфічних фіксаторів, застосування яких потенційно може спричиняти ефект екранування напружень та призводити до утворення великої кількості рубців. Ці питання можуть бути предметом подальших досліджень та наукового аналізу.

Література

1. Perry JF. The Temporomandibular Joint. In: LeVangie PK, Norkin CC, editors. Joint structure and function: a comprehensive analysis. 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2001. p. 185-95.
2. Kolk A, Neff A. Long-term results of ORIF of condylar head fractures of the mandible: A prospective 5-year follow-up study of small-fragment positional-screw osteosynthesis (SFPSO). J Craniomaxillofac Surg. 2015;43(4):452-61.
3. Eckelt U, Schneider M, Erasmus F, Gerlach KL, Kuhlisch E. Open versus closed treatment of fractures of the mandibular condylar process: a prospective randomized multi-centre study. J Craniomaxillofac Surg. 2006;34:306-14.
4. Hlawitschka M, Loukota R, Eckelt U. Functional and radiological results of open and closed treatment of intracapsular (diacapitular) condylar fractures of the mandible. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2005;34:597-604.
5. Neff A, Kolk A, Meschke F, Deppe H, Horch HH. Small fragment screws vs. plate osteosynthesis in condylar head fractures. Mund Kiefer Gesichtschir. 2005;9(2):80-8.
6. Neff A, Muhlberger G, Karoglan M, Kolk A, Mittelmeier W, Scheruhn D, et al. Stability of osteosyntheses for condylar head fractures in the clinic and biomechanical simulation. Mund Kiefer Gesichtschir. 2004;8(2):63-74.
7. Rasse M. Neuere Entwicklungen der Therapie der Gelenkfortsatzbrüche der Mandibula (Recent developments in therapy of condylar fractures of the mandible). Mund Kiefer Gesichtschir. 2000;4:69-87.
8. Al-Moraissi EA, Ellis E. 3rd. Surgical treatment of adult mandibular condylar fractures provides better outcomes than closed treatment: a systematic review and meta-analysis. J Oral Maxillofac Surg. 2015;73:482-93.
9. Neff A. Open reduction and internal fixation in temporomandibular joint traumatology: current concepts and future perspectives. Stomatological Dis Sci. 2019;3:2.
10. Huang MF, Alfi D, Alfi J, Huang AT. The Use of Patient-Specific Implants in Oral and Maxillofacial Surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2019;31(4):593-600. DOI: 10.1016/j.coms.2019.07.010
11. Chepurnyi Y, Chernogorskyi D, Kopchak A, Petrenko O. Clinical efficacy of peek patient-specific implants in orbital reconstruction. J Oral Biol Craniofac Res. 2020;10(2):49-53.
12. Suojanen J, Leikola J, Stoor P. The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: a series of 32 maxillary osteotomy patients. J Craniomaxillofac Surg. 2016;44(12):1913-6. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.09.008
13. Han C, Dilxat D, Zhang X, Li H, Chen J, Liu L. Does Intra-operative Navigation Improve the Anatomical Reduction of Intracapsular Condylar Fractures? J Oral Maxillofac Surg. 2018 Dec;76(12):2583-91. DOI: 10.1016/j.joms.2018.07.030
14. Ming-liang Yang, Bin Zhang, Qing Zhou, Xiao-bo Gao, Qiang Liu, Li Lu. Minimally-invasive open reduction of intracapsular condylar fractures with preoperative simulation using computer-aided design. Br J Oral Maxillofac Surg. 2013;51:29-33.
15. Wang WH, Deng JY, Zhu J, Li M, Xia B, Xu B. Computer-assisted virtual technology in intracapsular condylar fracture with two resorbable long-screws. Br J Oral Maxillofac Surg. 2013;51:138-43.
16. Neff A, Cornelius CP, Rasse M, Torre DD, Audigé L. The comprehensive AOCMF classification system: condylar process fractures – level 3 tutorial. Craniomaxillofac. Trauma Reconstr. 2014;7:44-58.
17. Axhausen G. Die operative Freilegung des Kiefergelenks. Chirurg 3. 1931. p. 713-9.
18. Bockenheimer P. Eine neue Methode zur Freilegung des Kiefergelenke ohne sichtbare Narben und ohne Verletzung des Nervus facialis. Zentralbl Chir. 1920;47:1560-79.
19. Hlawitschka M, Eckelt U. Assessment of patients treated for intracapsular fractures of the mandibular condyle by closed techniques. J Oral Maxillofac Surg. 2002;60:784-91.
20. Key JA. Positive pressure in arthrodesis for tuberculosis of the knee joint. South Med J. 1932;25:909.
21. Danis R. Real purpose and hazards of osteosynthesis. Lyon Chir. 1956;51:740.
22. Schenk RK, Muller J, Zinkernagel R, Willenegger H. Ultrastructure of normal and abnormal bone repair. Calcif Tissue Res. 1970;Suppl:110-1. DOI: 10.1007/BF02152377

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ РЕПОЗИЦІЇ КІСТКОВИХ ФРАГМЕНТІВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ГОЛІВКИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НАВІГАЦІЙНИХ ХІРУРГІЧНИХ ШАБЛОНІВ ТА ПАЦІЄНТО-СПЕЦИФІЧНИХ ФІКСАТОРІВ

Павличук Т. О., Чепурний Ю. В., Копчак А. В.

Резюме. В дослідженні проводилась оцінка точності репозиції кісткових фрагментів при переломах голівки НЩ із застосуванням навігаційних шаблонів та пацієнто-специфічних фіксаторів у порівнянні із традиційними

методами остеосинтезу за даними мультиспіральної комп'ютерної томографії. Встановлено, що застосування CAD/CAM технологій при лікуванні переломів голівки НЩ дозволяє вірогідно збільшити точність репозиції кісткових уламків. Максимальне відхилення між віртуальною репозицією фрагментів та отриманим результатом за даними КТ при цьому зменшується в середньому на 40% порівняно із традиційними методами відкритої репозиції та остеосинтезу.

Ключові слова: переломи голівки нижньої щелепи, CAD/CAM технології, хірургічні шаблони, індивідуалізовані пластини.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕПОЗИЦИИ КОСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ГОЛОВКИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАВИГАЦИОННЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ И ПАЦИЕНТСПЕЦИФИЧЕСКИХ ФИКСАТОРОВ

Павличук Т. А., Чепурной Ю. В., Копчак А. В.

Резюме. В исследовании была проведена оценка точности репозиции костных фрагментов при переломах головки НЧ с применением навигационных шаблонов и пациентспецифических фиксаторов по сравнению с традиционными методами остеосинтеза за данными мультиспиральной компьютерной томографии. Установлено, что использование CAD/CAM технологий при лечении переломов головки НЧ, позволяет увеличить точность репозиции костных отломков. Максимальное отклонение между виртуальной моделью НЧ и полученными результатами для данного КТ при этом уменьшается в среднем на 40%, по сравнению с традиционными методами остеосинтеза.

Ключевые слова: переломы головки нижней челюсти, CAD/CAM технологии, хирургические шаблоны, индивидуализированные пластины.

EVALUATION OF BONE FRAGMENTS REPOSITION ACCURACY IN PATIENT WITH CONDYLAR HEAD FRACTURES USING NAVIGATION GUIDES AND PATIENT-SPECIFIC FIXATORS

Pavlychuk T., Chepurnyi Y., Kopchak A.

Abstract. One of the possible ways to increase the accuracy of bone fragments reposition in patients with condylar head fractures (CHF's) is the use of computer diagnostics, virtual simulation of surgery, intraoperative navigation and CAD/CAM technology. *The aim* of present study was to evaluate the accuracy of repositioning of bone fragments in patient with CHF's using specific fixators, navigation and repositioning guides in comparison with traditional methods of osteosynthesis according to multislice computed tomography. The patients were divided into two groups according to the type of surgery. At the first group patients were treated with the use of traditional technique and the second group – with the use of CAD/CAM technology. In all cases a 3D comparison was performed and deviations between the virtually planned and actual postoperative position of the condylar head were evaluated based on the CT data. The outer surfaces of both models (virtually planned and actual postoperative position) were selected for comparison. It was found that the average deviation between points at the 3D models obtained from postoperative CT and virtual plan was 1.02 ± 0.56 mm at the first group and 1.05 ± 0.46 mm in group with the use of CAD/CAM technology ($p > 0.05$). The maximum deviations in the second group ranged from 1.4 to 4.2 average 3.3 ± 0.87 mm. In the first group, this number were probably larger (U, $p < 0.05$) average 5.05 ± 2.5 mm (from 2.5 to 10.5).

Conclusion. The use of CAD/CAM technologies in treatment patients with CHF's can significantly increase the accuracy of bone fragments repositioning. The maximum deviation between the virtual plan and the obtained result according to CT data is reduced by an average of 40% compared to traditional methods of osteosynthesis.

Key words: condylar head fracture, CAD/CAM technology, surgical guides, individualized plate.

Рецензент – проф. Аветіков Д. С.

Стаття надійшла 17.08.2020 року

DOI 10.29254/2077-4214-2020-3-157-347-352

УДК 611.9+616.742-053.6

Смаглюк Л. В., Шешуков Д. В., Ляховська А. В.

ОСОБЛИВОСТІ ЕМГ-АКТИВНОСТІ ЖУВАЛЬНИХ М'ЯЗІВ МОЛОДИХ ЛЮДЕЙ РІЗНОГО СОМАТОТИПУ

Українська медична стоматологічна академія (м. Полтава)

dimshesukov@gmail.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри ортодонції Української медичної стоматологічної академії «Обґрунтування методів профілактики та лікування пацієнтів із зубо-щелепними аномаліями в залежності від їх конституціонального типу та фізичного розвитку». Державна реєстрація № 01130003715.

Вступ. Планування стоматологічної реабілітації на сьогоднішній день неможливе без врахування ін-

дивідуальних типологічних особливостей, що включає в себе низку морфологічних, функціональних та естетичних параметрів як зубо-щелепної ділянки, так і всього організму в цілому [1]. В цьому аспекті важливе значення набувають конституційні особливості кожної людини. Доведеною є залежність деяких антропометричних показників зубо-щелепної ділянки (кефалометричні показники лицьового відділу черепу, розміри та форма зубів) та конституційного типу людини [2,3,4]. Проте значної уваги потребує