

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339811306>

# THE USE OF CAD/CAM TECHNOLOGY IN SURGICAL TREATMENT OF CONDYLAR HEAD FRACTURE

Article · December 2019

DOI: 10.32345/USMJ.4(112).2019.23-31

CITATIONS

0

READS

31

5 authors, including:



**A. Neff**

University Hospital Marburg and Philipps-University Marburg, Germany

139 PUBLICATIONS 1,397 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**T.O. Pavlychuk**

Bogomolets National Medical University

3 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



**Denis Chernogorskyi**

Bogomolets National Medical University

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Iurii V. Chepurnyi**

Bogomolets National Medical University

9 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Analysis of dental prescriptions [View project](#)



Stem cells in experimental neuroscience [View project](#)

UDC 618.14-003.217:618.173

DOI: 10.32345/USMYJ.3(111).2019.23-31

**Павличук Тетяна**

Аспірант кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця, Україна

**Черногорський Денис**

Завідувач лабораторії комп'ютерного моделювання та цифрової стоматології Стоматологічного медичного центру НМУ імені О.О. Богомольця, Україна

**Чепурний Юрій**

Кандидат медичних наук, доцент кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця, Україна

**Андреас Нефф**

Доктор медичних наук, професор, відділення хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії

**Копчак Андрій**

Доктор медичних наук, професор кафедри стоматології Інституту післядипломної освіти НМУ імені О.О. Богомольця, Україна

## ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAM ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ ПЕРЕЛОМІВ ГОЛІВКИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ

***Анотація.** Лікування переломів голівки нижньої щелепи залишається одним із найбільш суперечливих питань щелепно-лицевої травматології через велику кількість незадовільних клінічних результатів. Метою даного дослідження було підвищення точності та якості хірургічного лікування переломів голівки нижньої щелепи за рахунок розробки дизайну та створення навігаційних, репозиційних шаблонів та індивідуалізованих конструкцій із застосуванням CAD/CAM технологій. Серед всіх пацієнтів, що увійшли в дослідну групу (8 пацієнтів з 10 переломами голівки нижньої щелепи) у 5 випадках були використані навігаційні хірургічні шаблони та гвинтова фіксація, у 4 випадках (біомеханічний несприятливий тип) використовували гвинтову фіксацію у поєднанні з індивідуалізованою розвантажувальною пластиною, і в одному випадку було проведено фіксацію фрагментів індивідуальним пацієнтспецифічним фіксатором. Точність співставлення фрагментів, розташування гвинтів та пластин перевіряли поєднуючи спланований попередньо та отриманий на післяопераційному КТ результат, порівнюючи одні і самі зрізи КТ. При цьому в усіх випадках відзначали задовільне співвідношення між гвинтами та кісткою, бікортікальні гвинти були встановлені без пошкодження суглобового хряща або навколишніх тканини. Тривимірні моделі показали, що гвинти та пластини знаходились у попередньо-визначеному положенні, із відхиленням, що не перевищувало 1 мм, анатомічна форма і правильне положення голівки було відновлено. Висота гілки нижньої щелепи на пошкодженій стороні вірогідно не відрізнялась від неушкодженої (або прооперованої) протилежної гілки. У одного пацієнта спостерігали післяопераційний транзиторний парез лобної гілки лицевого нерва, який поступово відновився протягом 2 місяців. Післяопераційне клінічне обстеження показало відновлення оклюзії та відкриття рота не менше 3 см у всіх пацієнтів в строк 3 місяці після операції. У всіх випадках спостерігалось відновлення бокових і передньо-задніх рухів нижньої щелепи. Бо-*

*льовий синдром при рухах нижньої щелепи і пережовуванні м'якої їжі у всіх хворих зникав до 3-х місяців після операції. Контрольні КТ, проведені через 3 місяці після втручання підтвердили стабільність фіксації та відсутність вторинних зміщень в наведеній серії. Враховуючи малу кількість пацієнтів дане питання потребує подальшого вивчення в рандомізованих проспективних дослідженнях із залученням більшої кількості пацієнтів та оціною віддалених післяопераційних результатів.*

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

### **Вступ.**

Лікування переломів голівки нижньої щелепи залишається одним із найбільш суперечливих питань щелепно-лицевої травматології через велику кількість незадовільних клінічних результатів (Eckelt et al., 2006; Hlawitschka et al., 2005; Kolk & Neff, 2015). Вибір адекватного методу лікування та визначення показань до проведення відкритої репозиції при даному виді травми залежно від наявних клінічних умов є предметом дискусії, причому позиції авторів с цього приводу часто є діаметрально протилежними (Eckelt et al., 2006, Hlawitschka et al., 2005). Водночас, в ряді мультицентрових рандомізованих досліджень останніх років було показано, що при застосуванні відкритої репозиції та внутрішньої фіксації фрагментів (ORIF) вдається досягти вірогідно кращих морфологічних та функціональних результатів та підвищити якість життя пацієнтів з даним видом травми порівняно з консервативним лікуванням (Kolk & Neff, 2015, Eckelt et al., 2006). ORIF забезпечує анатомічно точну репозицію зміщених фрагментів та відновлення нормальної висоти гілки нижньої щелепи. Це дозволяє уникнути обмеження рухів нижньої щелепи, порушення прикусу або внутрішніх порушень функції скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС) (Hlawitschka et al., 2005, Kolk & Neff, 2015, Guo S-s et al., 2015, Wysocki et al., 2011). Останні дослідження також продемонстрували, що адекватна реконструкція голівки нижньої щелепи та малоінвазив-

на ревізія навколишніх м'яких тканин є основними факторами сприятливого функціонального прогнозу при тривалому спостереженні (Hlawitschka et al., 2005; Kolk & Neff, 2015; Neff 2018; Boffano, 2016; Al-Moraissi&Ellis, 2015). У той же час відкрита репозиція та стабільна фіксація такого виду травми залишається викликом для хірурга через обмежений хірургічний доступ, погану візуалізацію, складний механізм травми, специфічну анатомію та біомеханічні співвідношення травмованої ділянки (Neff, 2018; Al-Moraissi&Ellis, 2015).

Описано багато способів фіксації фрагментів голівки нижньої щелепи при переломі, що передбачають використання різноманітних мікро- та міні пластин, спиць, гвинтів та пінів (Xin et al., 2014; Kozakiewicz, 2018; Neff, 2005). З них найбільш поширеною є фіксація за допомогою довгих бікортикальних гвинтів виготовлених з титану (Neff, 2004; Smolka et al., 2018). У зв'язку зі складними умовами навантаження СНЩС в умовах здійснення жувальної функції необхідно встановлювати щонайменше 2 фіксаційні гвинти для компенсації ротаційних деформацій та рівномірного розподілу напружень (Xin et al., 2014; Kozakiewicz, 2018; Neff, 2005). Методика застосування двох титанових гвинтів при переломах голівки нижньої щелепи вперше була описана Rasse et al. (2000) та згодом модифікована (Neff et al., 2004, 2005; Kolk & Neff, 2015), які суттєво вдосконалили методику і довели її ефективність у клінічних та біомеханічних

дослідженнях. Цей спосіб фіксації є малоінвазивним, анатомічно обґрунтованим та має низку переваг перед використанням міні- або мікропластин, стягуючих гвинтів та резорбтивних пінів. Основна проблема, з якою стикається хірург при її застосуванні, полягає в тому, щоб забезпечити правильну репозицію фрагментів і утримувати їх у відповідному положенні під час встановлення гвинтів. Це може бути досить складно через обмежений хірургічний доступ та погану візуалізацію, особливо у випадках багато уламкових переломів чи фрагментації кортикального шару кістки (перелом по типу «метелика») в ділянці латерального полюса або на задній поверхні голівки нижньої щелепи, коли основні анатомічні орієнтири втрачені. Точна репозиція та фіксація є ключовими задачами при проведенні хірургічного лікування переломів голівки нижньої щелепи. Отже, пошук ефективного методу підвищення точності репозиції є актуальним питанням останніх років і залишається серйозною проблемою (Han et al., 2018).

Останнім часом комп'ютерне моделювання (CAD) та виробництво за допомогою комп'ютера (CAM) успішно використовуються в щелепно-лицевій травматології та реконструктивній хірургії для підвищення точності і прогнозованості хірургічних процедур в складних клінічних випадках (Huang et al., 2019). Технологія CAD/CAM надає можливість хірургам моделювати операцію на комп'ютері, виконувати віртуальну репозицію фрагментів, щоб обрати відповідний спосіб фіксації та підвищити точність хірургічних втручань шляхом виготовлення та застосування хірургічних навігаційних шаблонів або пацієнто-специфічних імплантатів. Хірургічні шаблони та пацієнто-специфічні фіксатори успішно використовувались Suojanen et al. (2016), Chepurnyi et al. (2019), Yang et

al. (2018) в ортогнатичній хірургії, реконструкції орбіти, середньої зони обличчя та нижньої щелепи. Автори зазначили, що CAD/CAM технологія дозволяє зменшити час операції, забезпечує більш точне співставлення та кращу стабільність систем фіксації (Chepurnyi et al., 2019; Yang et al., 2013; Leiggener et al., 2009). При переломах голівки нижньої щелепи до цього часу використовувався лише комп'ютерний дизайн (CAD) Wang et al. (2013), Yang et al. (2013), Smolka et al. (2018), Han et al. (2018) для віртуальної репозиції фрагментів голівки, а також для прийняття рішень про відповідний тип, довжину та кут нахилу гвинтів, оцінки можливих інтраопераційних ризиків. В літературі відсутні дані про хірургічні навігаційні шаблони або пацієнто-специфічні фіксатори при переломах голівки нижньої щелепи або високих переломах шийки виросткового відростка.

**Метою** даного дослідження є підвищення точності та якості хірургічного лікування переломів голівки нижньої щелепи за рахунок розробки дизайну та створення навігаційних, репозиційних шаблонів та індивідуалізованих фіксаторів із застосуванням CAD/CAM технологій.

#### **Методологія та методи дослідження.**

Матеріалом дослідження було 8 пацієнтів (7 чоловіків та 1 жінка) віком від 19 до 58 (середній вік  $35,3 \pm 14,8$  років) з переломами голівки нижньої щелепи, що проходили лікування на базі Центру щелепно-лицевої хірургії та стоматології КОКЛ з грудня 2018 року по листопад 2019 року. Всім пацієнтам було проведено відкриту репозицію та фіксацію фрагментів із застосуванням CAD/CAM технології, що передбачало виготовлення пацієнто-специфічних навігаційних шаблонів та індивідуалізованих фіксаторів. Операцію проводили під загальним знеболенням, застосовуючи заушний доступ (Neff et al., 2005; Axhausen, 1931; Bockenheimer P,

1920). Кожному пацієнту було проведено клінічне обстеження із визначенням функціонального стану скронево-нижньощелепних суглобів та мультиспіральну комп'ютерну томографію в до- та післяопераційному періоді (одразу після операції та через 3 місяці після встановлення фіксаторів). Враховували наступні показники прикус, величину відкриття рота, латеротрузія, наявність болю, хрускоту чи клацання при рухах нижньої щелепи, неврологічний дефіцит, тощо.

За даними КТ проведеного перед оперативним втручання, всім хворим створювали 3-D моделі нижньої щелепи з дислокованими фрагментами голівки та проводили оцінку типу перелому, відсутності чи наявності фрагментації, товщини кортикального шару голівки та латерального полюсу, наявних біомеханічних умов. Після віртуальної репозиції кісткових фрагментів у програмному забезпеченні CAD була обрана система фіксації. У типових випадках переломів застосовували позиціонуєчи титанові гвинти діаметром 1,7-1,8 мм, описані A. Neff (2004, 2005, 2015) із застосуванням хірургічного навігаційного шаблону змодельованого для забезпечення відповідного позиціонування та нахилу гвинта. У біомеханічно несприятливих випадках (тип р), пов'язаних з фрагментацією кортикального шару голівки по типу «метелика» в ділянці латерального полюса або на задній поверхні голівки для фіксації використовували індивідуалізовану двокомпонентну розвантажувальну пластину. У випадках багато уламкових переломів використовували пацієнтспецифічні індивідуалізовані фіксатори.

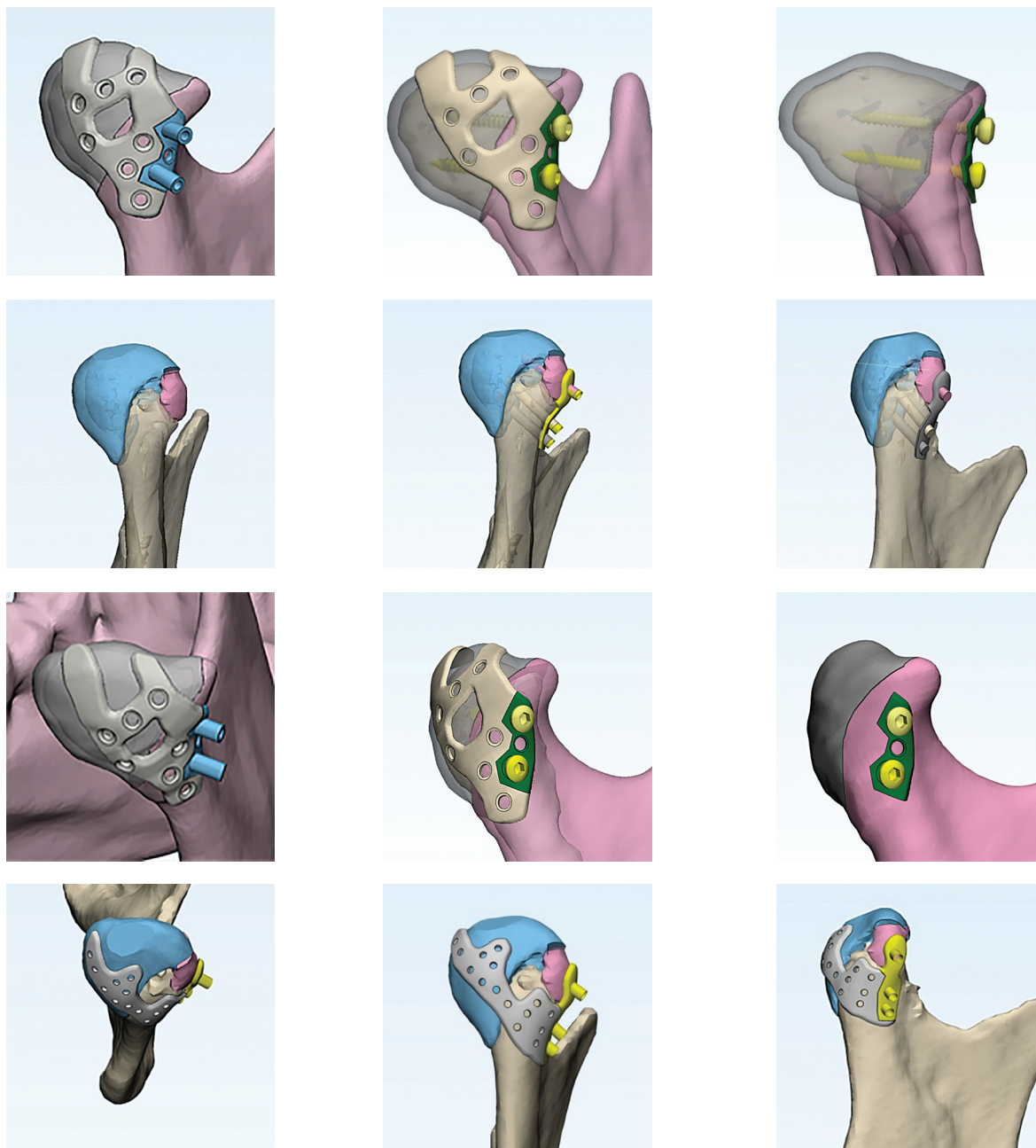
**Дизайн навігаційного хірургічного шаблону, індивідуалізованої двокомпонентної розвантажувальної пластини та пацієнтспецифічних фіксаторів.**

Дизайн навігаційних хірургічних шаблонів був спрямований на забезпечення

правильного тривимірного позиціонування фрагментів та утримання останніх під час засверлювання та встановлення фіксуєчих 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. Перша частина шаблону була створена для правильного позиціонування малого фрагмента на ділянці задньої поверхні голівки. Друга частина передбачала попередньо змодельоване та визначене позиціонування та кута нахилу гвинтів, за рахунок змодельованих позиціонуєчих гільз. В дизайні конструкції було створено ряд невеликих отворів, для закріплення шаблону на медіальному та латеральному фрагментах мікрогвинтами та два позиціонуєчих отвори для біокортикальних фіксуєчих гвинтів. Краї та поверхня шаблону були віртуально згладжені, відповідно до морфології кісткової поверхні після репозиції. Дві частини шаблону були змодельовані в такий спосіб, що вони могли контактувати між собою лише в одному правильному положенні. Після сверління частину з направляєчими гільзами видаляли, проводили встановлення гвинтів, в наступному всі тимчасові фіксатори було видалено.

У біомеханічно-несприятливих випадках (тип р) після сверління та видалення другої частини шаблону гвинтову фіксацію проводили у поєднанні з індивідуалізованою розвантажувальною пластиною. Розвантажувальна пластина мала таку ж форму, як друга частина хірургічного навігаційного шаблону, тому фіксація могла проводитись лише у єдиному попередньо-визначеному положенні. Використання даного виду фіксатора дозволяло зменшити градієнти напруження у кістці





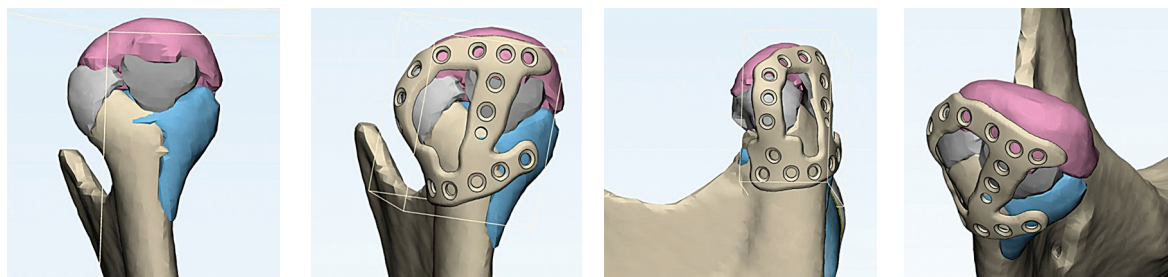
**Рис. 1.** Дизайн двокомпонентних індивідуалізованих розвантажувальних пластин та хірургічного шаблону

та збільшити жорсткість фіксації у порівнянні з традиційною методикою (рис. 1).

При багатуламковій фрагментації голівки із втратою основних анатомічних орієнтирів та неможливістю проведення гвинтової чи комбінованої фіксації ми створювали індивідуалізований пацієнт-специфічний фіксатор з метою репозиції основних фрагментів та утримання їх у

фіксованому положенні (рис. 2). Основні аспекти щодо анатомічно безпечних зон були збережені. Фрагменти фіксатора були змодельовані в ділянці кожного окремого фрагмента, отвори – в ділянках з достатнім об'ємом кісткової тканини для встановлення гвинтів.

**Результати.** Серед всіх постраждалих, що увійшли в дослідну групу (8 пацієнтів



**Рис. 2.** Дизайн індивідуалізованого пацієнтспецифічного фіксатора за умови великоуламкової фрагментації голівки нижньої щелепи, інтраопераційний вигляд фіксатора та отриманий післяопераційний результат

з 10 переломами голівки нижньої щелепи) у 5 випадках були використані навігаційні хірургічні шаблони та гвинтова фіксація, у 4 випадках (біомеханічний несприятливий тип) використовували гвинтову фіксацію у поєднанні з індивідуалізованою розвантажувальною пластиною, і в одному випадку було проведено фіксацію фрагментів індивідуальним пацієнтспецифічним фіксатором. Точність співставлення фрагментів, розташування гвинтів та пластин перевіряли поєднуючи спланований попередньо та отриманий на післяопераційному КТ результат, порівнюючи одні і самі зрізи КТ. При цьому в усіх випадках відзначали задовільне співвідношення між гвинтами та кісткою, бікортикальні гвинти були встановлені без пошкодження суглобового хряща або навколишніх тканин. Тривимірні моделі показали, що гвинти та пластини знаходились у попередньо-визначеному положенні, із відхиленням, що не перевищувало 1 мм, анатомічна форма і правильне положення голівки було відновлено. Висота гілки нижньої щелепи на пошкодженій стороні вірогідно не відрізнялась від неушкодженої (або прооперованої) протилежної гілки. У одного пацієнта спостерігали післяопераційний транзиторний парез лобної гілки лицевого нерва, який поступово відновився протягом 2 місяців. Післяопераційне клінічне обстеження показало відновлення оклюзії та

відкриття рота не менше 3 см у всіх пацієнтів в строк 3 місяці після операції. У всіх випадках спостерігалось відновлення бокових і передньо-задніх рухів нижньої щелепи. Больовий синдром при рухах нижньої щелепи і пережовуванні м'якої їжі у всіх хворих зникав до 3-х місяців після операції. Контрольні КТ, проведені через 3 місяці після втручання підтвердили стабільність фіксації та відсутність вторинних зміщень в наведеній серії.

**Дискусія.** Передопераційне моделювання CAD дає можливість хірургам скласти уявлення про стан операційного поля, провести оцінку стану суглобової голівки в різних проекціях, віртуально репонувати фрагменти та обрати найбільш доцільну систему фіксації з клінічної та біомеханічної точки зору. Крім того воно створює можливість оцінки внутрішньої поверхні суглобової голівки, що інтраопераційно провести не можливо. Однак, під час засверлювання хірург не може точно визначити реальну позицію фрагментів, не контрольована глибина засверлювання може призвести до пошкодження структур СНЩС чи навколишніх судин, а неправильне положення гвинтів може не забезпечити достатньої стабільності системи, особливо у випадку гвинтової фіксації (Yang et al., 2013).

Wang et al. (2013) раніше повідомляв про використання технології CAD при переломах голівки нижньої щелепи. Од-

нак є лише кілька статей, присвячених цій проблемі опубліковані Yang et al. (2013), Smolka et al. (2018), Han et al. (2018). Усі вони обмежуються прямими вимірюваннями та віртуальним моделюванням хірургічних процедур у програмному забезпеченні. І хоча комп'ютерне моделювання надає додаткову інформацію про характер травми та анатомічні параметри пошкодженої зони, або додаткові дані про положення та кут нахилу гвинтів, сама хірургічна процедура залишається сильно залежною від оператора.

Для підвищення точності репозиції та фіксації фрагментів, особливо в складних випадках, ми розробили концепцію пацієнт-специфічних пристроїв для навігації під час хірургічних операцій на структурах СНЩС з використанням технології CAD/CAM. Запропонована нами концепція двокомпонентних пристроїв може бути використана як для точної репозиції фрагментів, так і для позиціонування гвинтів та/або зміцнення системи фіксації невеликою індивідуалізованою пластиною, розташованою на латеральній поверхні голівки. Пошук оптимальної системи для репозиції та фіксації фрагментів є вкрай важливим, оскільки в близько 25% усіх переломів голівки нижньої щелепи і в понад 50% при її переломах типу В мають кілька фрагментів в ділянці латерального полюса та/ або задньої поверхні (Neff, 2010).

Існуючі клінічні дослідження свідчать про те, що додаткове виготовлення та застосування пацієнт специфічних індивідуалізованих фіксаторів, а також застосування хірургічних шаблонів для точності співставлення фрагментів, встановлення пластин та гвинтів значно підвищує точність та передбачуваність хірургічних втручань в ортогнатичній хірургії, рекон-

структивно-відновних операціях, включаючи лікування переломів основи виросткового відростка та шийки (Suojanen et al., 2016; Cherpurnyi et al., 2019; Yang et al., 2018; Aquilina et al., 2015). Це полегшує реалізацію віртуального плану та робить його реалізацію менш залежною від навичок та досвіду оператора. У той же час у літературі ми не знайшли жодної згадки про те, що такий підхід застосовувався при переломах голівки нижньої щелепи. Дизайн, запропонований у цьому дослідженні, відповідає вимогам таких конструкцій: він може застосовуватися за допомогою звичайного (завушного) доступу, а його розмір адаптується до обмеженого простору при виконанні оперативного втручання. Форма конструкції визначається існуючими анатомічно «безпечними зонами», що виключає розвиток ряду післяопераційних ускладнень, їх можна зафіксувати мікровинтами в належному положенні, а також у найскладніших випадках ми створили дизайн індивідуалізованих фіксаторів. Отримані результати клінічного застосування методики свідчать про її високу ефективність, у випадках де застосування традиційних підходів неможливе або вкрай утруднене.

**Висновки.** CAD/CAM технології дозволяють підвищити точність та якість хірургічного лікування переломів голівки нижньої щелепи за рахунок розробки дизайну та створення навігаційних, репозиційних шаблонів та індивідуалізованих конструкцій. Враховуючи малу кількість пацієнтів дане питання потребує подальшого вивчення в рандомізованих проспективних дослідженнях із залученням більшої кількості пацієнтів та оціною віддалених післяопераційних результатів.

**Фінансування.** Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування



## ЛІТЕРАТУРА

- 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.
- Aquilina P, Parr WC, Chamoli U, Wroe S. Finite element analysis of patient-specific condyle fracture plates: a preliminary study. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr*. 2015 Jun;8(2):111-6. doi: 10.1055/s-0034-1395385.
- Axhausen G: Die operative Freilegung des Kiefergelenks. *Chirurg* 3, 1931,713-719.
- Bockenheimer P: Eine neue Methode zur Freilegung des Kiefergelenke ohne sichtbare Narben und ohne Verletzung des Nervus facialis. *Zentralbl Chir* 47, 1920, 1560-1579.
- Boffano P: The Role of Intra-articular Surgery in the Management of Mandibular Condylar Head Fractures. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2017 Mar;25(1):25-34. doi: 10.1016/j.cxom.2016.10.001.
- C. Leiggener, E. Messo, A. Thor, H.F. Zeilhofer, J.M. Hirsch A selective laser sintering guide for transferring a virtual plan to real time surgery in composite mandibular reconstruction with free fibula osseous flaps *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009. 38:187-192.
- Eckelt U, Schneider M, Erasmus F, Gerlach KL, Kuhlisch E, et al. Open versus closed treatment of fractures of the mandibular condylar process-a prospective randomized multi-centre study. *J Craniomaxillofac Surg* 2006;34:306-14.
- Eckelt U, Schneider M, Erasmus F, Gerlach KL, Kuhlisch E, et al. Open versus closed treatment of fractures of the mandibular condylar process-a prospective randomized multi-centre study. *J Craniomaxillofac Surg* 2006;34:306-14.
- Guo S-s, Zhou W-n, Wan L-z, Yuan H, Yuan Y, Du Y-f et al. Computer-aided design-based preoperative planning of screw osteosynthesis for type B condylar head fractures: A preliminary study, *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*.2015.
- 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):2583-2591. doi: 10.1016/j.joms.2018.07.030.
- 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.
- Iu. V. Chepurnyi, D. Chernogorskyi, O. Petrenko, A. Kopchak: Reconstruction of Post-Traumatic Orbital Defects and Deformities with Custom-Made Patient-Specific Implants: Evaluation of the Efficacy and Clinical Outcome. *Craniomaxillofac Trauma Reconstruction Open* 2019; 3: e9-e17 .
- 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):452-461.
- Kozakiewicz M.: Small-diameter compression screws completely embedded in bone for rigid internal fixation of the condylar head of the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Jan;56(1):74-76. doi: 10.1016/j.bjoms.2017.04.013.
- M. Hlawitschka, R. Loukota, U. Eckelt: 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.
- 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.
- 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): 80-88.
- 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
- Neff A.: Open reduction and internal fixation in temporomandibular joint traumatology: current concepts and future perspectives. *Stomatological Dis Sci*2019;3:2. <http://dx.doi.org/10.20517/2573-0002.2018.27>
- 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.
- Smolka W, Cornelius C-P, Lechler C: Resorption behaviour of the articular surface dome and functional outcome after open reduction and internal fixation of mandibular condylar head fractures using small-fragment positional screws. *J Oral Maxillofac Surg* 46 (2018) 1953e1959.
- 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):1913-1916. doi: 10.1016/j.jcms.2016.09.008.
- W.H. Wang, J.Y. Deng, J. Zhu, M. Li, B. Xia, B. Xu. Computer-assisted virtual technology in intracapsular condylar fracture with two resorbable long-screws. *Br J Oral Maxillofac Surg*.2013. 51:138-143.
- Wysocki J, Reymond J, Krasucki K: Vascularization of the mandibular condylar head with respect to intracapsular fractures of mandible. *J Craniomaxillofac Surg*. 2011; 40(2): 112e115.
- Xin P, Jiang B, Dai J, Hu G, Wang X, Xu B, et al: Finite element analysis of type B condylar head fractures and osteosynthesis using two positional screws. *J Craniomaxillofac Surg* 42(5): 482-488, 2014.

## THE USE OF CAD/CAM TECHNOLOGY IN SURGICAL TREATMENT OF CONDYLAR HEAD FRACTURE

**Pavlychuk Tetiana**

Department of Stomatology, O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Chernogorskyi Denis**

Laboratory of the computer modeling and digital dentistry, O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Chepurnyi Yurii**

Department of Stomatology, O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Andreas Neff**

Department of Oral and Craniomaxillofacial Surgery, UKGM GmbH, University Hospital Marburg and Philipps University Marburg, Germany

**Kopchak Andrii**

Department of Stomatology, O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** Management of the condylar head fractures is still one of the most controversial issues of the maxillofacial surgery. The aim of the present study was to increase the accuracy and quality of the surgical treatment of condylar head fracture with the use of navigation surgical guide and patient specific reinforcement two-component plate and individualized fixator with the use of CAD/CAM technology. In study was included 8 patient with 10 condylar head fractured. In 5 cases was used navigation guides, in 4 cases (the biomechanical unfavorable) was used the patient specific two-component plate and only in one case we used individualized patient specific plate. A CT scan was done immediately after the operation. The reduction of the fragments and the location of the screws, plate and fixator were checked on the same view in the preoperative and postoperative pictures on the computer. The relation between the screw and the cortical bones was clearly shown on CT, and the sizes of the bicortical screws were suitable with no injury to the articular cartilage or surrounding tissue. The three-dimensional objects showed that the screw was in the designated position and the condyle had been replaced and fixed in the normal position. The height of the ramus on the fractured side was restored immediately postoperatively. The malocclusion was corrected and the passive mouth opening of each patient was never less than 3 cm. One patients had transient paralysis of the temporal branch of the facial nerve postoperatively, which gradually recovered within a 2 month. Postoperative clinical examination showed good occlusion and mouth opening of at least 3 cm in all patients after 3 months without pain. All patients regained normal mandibular movements and had short and invisible scars at 6 months' follow-up. Given the small number of patients, this issue needs further study in randomized prospective studies involving more patients and evaluating long-term postoperative outcomes.

**Key words.** Condylar head fracture, CAD/CAM technology, surgical guides, individualized plate.

Manuscript is received 19.11.2019

Manuscripted is accepted 20.12.2019