

УДК 616.717.7

DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2024.4.15195>**Б. С. Хаспетов**ORCID <https://orcid.org/0009-0002-0088-1963>**П. В. Пузиревич**ORCID <https://orcid.org/0009-0001-5353-233X>**Т. О. Павличук**ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2962-4223>**А. В. Копчак**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3272-4658>

Інститут післядипломної освіти Національного медичного університету імені О. О. Богомольця

ВИДАЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ФІКСАТОРІВ У ПАЦІЄНТІВ З ПЕРЕЛОМАМИ ГОЛІВКИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ, ЯК ЕЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОСТРАЖДАЛИХ**B. S. Khasapetov, P. V. Puzyrevych, T. O. Pavlychuk, A. V. Korchak**

Postgraduate Education Institute, Bogomolets National Medical University

REMOVAL OF INTERNAL FIXATORS IN PATIENTS WITH CONDYLAR HEAD FRACTURES AS AN ELEMENT OF COMPREHENSIVE FUNCTIONAL REHABILITATION

ІНФОРМАЦІЯ

Електронна адреса
для листування:
benik.hasapetov@gmail.com

Ключові слова: нижня щелепа, переломи голівки нижньої щелепи, СНЩС, ревізія м'яких тканин, артроскопія.

АНОТАЦІЯ

В літературі представлені різні, інколи діаметрально-протилежні підходи щодо видалення або по життєвого утримання елементів фіксації. Багато експертів виступають за рутинне видалення фіксаторів у віддаленому післяопераційному періоді в той час, як інші автори рекомендують проводити подібні операції лише за наявності клінічних показань. Найбільш активною, дискусія щодо доцільності видалення елементів фіксації серед всіх переломів нижньої щелепи (НЩ) точиться навколо внутрішньосуглобових переломів голівки нижньої щелепи (ПГНЩ).

Метою дослідження було вивчити вплив видалення фіксаторів та ендоскопічної ревізії СНЩС у віддаленому періоді після остеосинтезу переломів голівки нижньої щелепи на інтегральні результати функціональної реабілітації постраждалих та ризик ускладнень пов'язаних із додатковим хірургічним втручанням. Критеріям включення відповідали 74 пацієнти з 95 ПГНЩ (середній вік $35,8 \pm 14,4$ років) з ПГНЩ типу В і С за Neff 2004 зі зміщенням уламків, яким проводили відкриту репозицію та остеосинтез. Хворі були поділені на дві групи: в першій через 4 місяці після остеосинтезу проводили видалення фіксаторів з ревізією навколишніх м'якотканинних структур, в другій повторне хірургічне втручання не проводилось. Пацієнти з ПГНЩ, що мали функціональні порушення в післяопераційному періоді, видалення фіксаторів та ревізія навколишніх тканин дозволяє досягти кращих функціональних результатів у віддаленому післяопераційному періоді та зменшити симптоми хрускоту, клацання та болю. При проведенні інтегральної оцінки відновлення функції СНЩС в строк 6 місяців з використанням

клінічного індексу дисфункції за М. Helkimo показники між групами достовірно відрізнялись пацієнти з відсутністю функціональних порушень в основній групі становили 52,3% та 20,8% в контрольній ($p < 0,05$), з легким ступенем дисфункції (Di I) 42,8% та 62,5% відповідно ($p > 0,05$). Натомість пацієнти, які мали легкі функціональні обмеження в ранньому періоді після операції повноцінно відновлювались без додаткових втручань. Отримані результати підтверджують доцільність видалення фіксаторів при ПГНЩ після консолідації уламків, як рутинну процедуру в комплексній реабілітації пацієнтів з ПГНЩ, особливо у випадках виразного функціонального дефіциту суглоба в терміни 4 місяців після остеосинтезу. При цьому вторинна операція має бути спрямована не лише на усунення чужорідних тіл, але й на ревізію СНЩС із усуненням патологічних змін в ньому та створення умов для повноцінного відновлення, як кісткових так і м'якотканинних елементів.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
benik.hasapetov@gmail.com

Key words: mandible, condylar head fracture, TMJ, revision of soft tissues, arthroscopy.

ABSTRACT

The literature presents different, sometimes diametrically opposed approaches to the removal of fixation elements. Many experts recommend routine removal of fixators in the longterm postoperative period, while other authors recommend performing such operations only with some clinical symptoms. The most active discussion about removing fixation elements among all fractures of the mandible revolves around condylar head fractures (CHF).

The aim of the study was to evaluate the effect of fixators removal and endoscopic revision of the TMJ in patients with CHF on the integral results of functional rehabilitation and the risk of complications associated with additional surgical intervention. The inclusion criteria were 74 patients with 95 CHF (mean age 35.8 ± 14.4) with CHF type B and C according to Neff 2004 with displacement of fragments, who underwent open reduction and osteosynthesis. The patients were divided into two groups: in the first group in 4 months after osteosynthesis, the fixators were removed with revision of the surrounding soft tissue, in the second group, second surgery was not performed. It was found, that in patients with CHF who had functional disorders after surgery, removal of fixators and revision of the surrounding tissues allows achieving better functional results in long-term postoperative period and reducing the symptoms of crunching, clicking and pain. Assessment of TMJ function in 6 months using the clinical dysfunction index according to M. Helkimo showed difference between groups: patients with no functional impairment in the main group were 52.3% and 20.8% in the control group ($p < 0.05$), with a minor degree of dysfunction (Di I) 42.8% and 62.5%, respectively ($p > 0.05$). On the other hand, patients who had minor functional limitations in the early period after surgery fully recovered without additional surgical procedures. Obtained results confirm the feasibility of removing fixators in patient with CHF after consolidation of fragments as a routine procedure in the complex rehabilitation, especially in cases of functional deficit of the joint in 4 months after osteosynthesis. The second surgery should be aimed not only remove foreign bodies, but also revising the TMJ with the elimination of pathological changes in it and creating conditions for full recovery of both bone and soft tissue elements.

Вступ. Широке впровадження методів відкритої репозиції та внутрішньої фіксації при переломах нижньої щелепи (НЩ) сприяло кардинальному збільшенню ефективності та прогнозованості їх лікування. Титанові пластини

і гвинти, запропоновані для стабільного утримання кісткових уламків в анатомічно-правильному положенні на сьогоднішній день є «золотим стандартом» в лікуванні травматичних ушкоджень НЩ та інших кісток обличчя [1–3].

Для виготовлення елементів фіксації (пластин та гвинтів) з кінця 1980-х років переважно застосовують титан та його сплави, що характеризуються хорошими механічними властивостями, мають високу корозійну стійкість та біосумісність, більшу ніж у медичної сталі [4–6]. Ці властивості пояснюються пасивним шаром на поверхні оксиду, що самовідновлюється та має назву діоксиду титану [7].

Тим не менше, біокорозія титанових фіксаторів у віддалені терміни після встановлення була виявлена в серії клінічних та експериментальних досліджень. І хоча автори не отримали переконливих доказів значної шкоди для організму людини, заподіяної тривалим збереженням в ньому титанових пластин для остеосинтезу, частинки титану виявлені в тканинах асоціювалися з активацією моноцитів і макрофагів, вивільненням медіаторів резорбції кісток, стимуляцією фібробластів, порушенням загоювання кістки, реакціями гіперчутливості та порушеннями імунної відповіді. Ці тканинні реакції є вагомим аргументом на користь видалення металевих пластин після зрощення перелому. Водночас повторне хірургічне втручання може становити значні технічні складності і створює суттєвий дискомфорт для пацієнта, при чому його ризики можуть перевищувати позитивний ефект, оскільки в наукових дослідженнях не виявлено вірогідного зв'язку між інтенсивністю металозу та проявами запалення навколо елементів фіксації [8–10].

В літературі представлені різні, інколи діаметрально-протилежні підходи щодо видалення або по життєвого утримання елементів фіксації. Багато експертів виступають за рутинне видалення фіксаторів у віддаленому післяопераційному періоді 2, 3, 11, 12, в той час, як інші автори рекомендують проводити подібні операції лише за наявності клінічних показань (інфекція, біль або перелом пластини) [13, 1]. За даними літератури, частота видалення пластин у пацієнтів після проведення остеосинтезу кісток обличчя становить від 2% у Posnik et al 15 до 55% у Borstlap et al.16 і більше. При чому, за даними ретроспективного дослідження Chithra Agamanadka 2021 et al., найбільшу кількість фіксаторів було видалено саме з НЩ [17].

Страсбурзька група остеосинтезу (SORG) дала наступну консенсусну рекомендацію з цього приводу: «Пластина, що сприяє загоєнню кістки при переломі стає нефункціональним імплантатом після виконання цієї ролі і може розглядатися як стороннє тіло. Непрацюючу накісну пластину бажано видалити за умови, що ця процедура не створює невиправданого ризику для пацієнта» [18].

Найбільш активною, дискусія щодо доцільності видалення елементів фіксації серед всіх

переломів НЩ є внутрішньо-суглобові переломи голівки НЩ (ПГНЩ). В таких випадках в якості фіксаторів частіше використовують два або три титанові позиціонувачі гвинти діаметром 1,7–1,8 мм, або за наявності значної фрагментації поєднують їх із мікро-пластинами або пацієнтспецифічними фіксаторами [19, 20]. Для ПГНЩ притаманний високий ступінь травматизації навколишніх м'яких тканин та елементів суглобу: диску, суглобової капсули і зв'язок, хрящової поверхні. Їх відновлення на рівні із регенерацією кісткових структур мають вирішальне значення для успішної реабілітації пацієнта та відновлення функції СНЩС після травми [21]. Елементи фіксації, в умовах жувальних і не жувальних рухів можуть виступати чинником хронічної травматизації елементів суглобу та сприяти фіброзуванню і рубцюванню капсули і зв'язок, що обмежує обсяг рухів в ньому. Виділення біологічно-активних речовин і запальні реакції спричинені корозією та біодеградацією титанових сплавів можуть відігравати велику роль у формуванні хронічного артрити та остеоартрозу у віддаленому післяопераційному періоді [22]. Ще одним аргументом на користь видалення елементів фіксації при внутрішньо-суглобових переломах є те, що в ході закономірних вікових змін анатомії голівки НЩ або в разі її патологічної перебудови зумовленої тими чи іншими внутрішніми порушеннями СНЩС, співвідношення елемента фіксації із навколишніми структурами може змінюватись включно із penetрацією гвинта в нижній компартмент суглоба [23]. З іншого боку видалення фіксаторів при ПГНЩ становить значні хірургічні складності і супроводжується додатковою операційною травмою елементів суглоба.

Xin та Smolka при ПГНЩ рекомендують видаляти фіксатори лише у випадках вторинного зміщення чи втрати зв'язку гвинтів з кісткою, а також у випадках, коли фіксатор проникає в порожнину суглоба [24, 25]. Натомість Linda Skroch et al., 2021 наполягає на обов'язковому видаленні фіксаторів та ревізії навколишніх м'яких тканин у віддаленому післяопераційному періоді [23]. Ця процедура має на меті запобігти розвитку можливих ускладнень в майбутньому, а у пацієнтів з порушенням функції (10% серед досліджених 370 ПГНЩ) відновити втрачену мобільність суглобу [23]. Втім доказів на користь одного чи другого підходу очевидно недостатньо для формування чітких клінічних рекомендацій.

Метою дослідження було вивчити вплив видалення фіксаторів та ендоскопічної ревізії СНЩС у віддаленому періоді після остеосинтезу переломів голівки нижньої щелепи на інтегральні результати функціональної реабілітації постраждалих та ризик ускладнень пов'язаних із додатковим хірургічним втручанням.

Матеріали і методи. У дослідження були включені пацієнти з ПГНЩ, які лікувались на клінічних базах кафедри щелепно-лицевої хірургії та сучасних стоматологічних технологій Інституту післядипломної освіти НМУ імені Богомольця в період з 2017 по 2023 рік. Критерії включення були наступні: пацієнти з ПГНЩ типу В і С за Neff 2004, зі зміщенням уламків, яким проводили відкриту репозицію та остеосинтез. Критеріями виключення були інтракапсулярні ПГНЩ без зміщення уламків, ПГНЩ типу А, наявність супутніх переломів верхньої щелепи, множинні багатоуламкові переломи НЩ, вогнепальні поранення, вік пацієнтів до 16 років, наявність супутньої соматичної патології в стані декомпенсації, психічні захворювання, алкоголізм, наркотична залежність, давність травми на момент операції більше 15 днів, недотримання лікарських рекомендацій та відсутність взаємодії з лікарем в післяопераційному періоді, неповне клінічне та/або томографічне документування випадку, відмова пацієнта від участі в дослідженні

Критеріям включення і виключення відповідали 74 пацієнти з 95 ПГНЩ (середній вік $35,8 \pm 14,4$ років). Всіх хворих при госпіталізації було обстежено із використанням загально-клінічних методів та МСКТ на томографі Toshiba Activion 64, товщина зрізу складала 0,5 мм, колімація $64 \times 0,625$ мм. Після встановлення діагнозу і визначення характеру перелому за даними комп'ютерної томографії всім пацієнтам було проведено відкриту репозицію і остеосинтез відповідно до рекомендацій Neff et al 2004, 2019 [19, 26]. За потреби в ході операції застосовували навігаційні шаблони та індивідуалізовані фіксатори за Ravlychuk et al., 2020 [20]. Застосований підхід передбачав розподіл ПГНЩ на три типи: 1) біомеханічно сприятливі (товщина кортикального шару кістки в ділянці латерального полюса $> 0,8$ мм, відсутність багатоуламкової фрагментації голівки НЩ); в такому випадку фіксацію проводили двома титановими позиціонуючими гвинтами діаметром 1,7–1,8 мм 2) біомеханічно несприятливі ПГНЩ (товщина кортикального шару кістки $< 0,8$ мм, дрібноуламкова фрагментація латерального полюса голівки НЩ); такі переломи передбачали гвинтову фіксацію у поєднанні з розвантажувальною пластиною 3) уламкові переломи із значною фрагментацією голівки, для лікування яких створювали індивідуалізовані пацієнтспецифічні фіксатори для репозиції основних фрагментів та утримання їх у правильному положенні. Термін від моменту травми до операції в середньому склав $8,3 \pm 3,1$ день.

У післяопераційному періоді хворим призначали ранню мобілізацію НЩ та проводили курс протизапальної та антибактеріальної

терапії відповідно до стандарту МОЗ України «Раціональне застосування антибактеріальних і антифунгальних препаратів з лікувальною та профілактичною метою». Протягом 4 тижнів після операції хворі отримували м'яку дієту.

В подальшому прооперованих пацієнтів відповідно до поставленої мети було розділено дві групи однорідні за віком, статтю, важкістю травми та застосованими лікувальними підходами. В першій групі (контрольній) – 42 пацієнти з 50 ПГНЩ (середній вік $38,2 \pm 11,8$ роки) відповідно до рекомендацій Xie et al., 2013 та Smolka et al., 2018 видалення внутрішніх фіксаторів не проводили, а функціональна реабілітація постраждалих передбачала застосування традиційних засобів фізичної реабілітації, механотерапії, ЛФК та медикаментозних засобів для лікування і профілактики внутрішніх порушень СНЩС за показаннями [24, 25].

В основній групі – 32 пацієнти (середній вік $33,4 \pm 17$ років) у яких було діагностовано 45 ПГНЩ в строк 4 міс після травми ми проводили видалення фіксаторів із ревізією навколишніх м'якотканинних структур, використовуючи доступ по рубцю від попереднього втручання. Під час видалення фіксаторів здійснювали відкриту або артроскопічну ревізію порожнини суглоба. Перед пересіченням капсули суглоба в верхній суглобовий простір вводили артроскоп (ендоскоп KARL STORZ1, 9 mm, Німеччина) для оцінки м'якотканинних структур: задньої суглобової зв'язки, диску та капсули суглоба, а також хрящової вистілки суглобової ямки та горбика. Гострий троакар з канюлею діаметром 1,6 мм вводили у верхню суглобову щілину за допомогою стандартної верхньої задньолатеральної техніки (Onishi, 1970, Sanders B, 1986). Потрапивши всередину суглоба, гострий троакар було видалено та вставлено тупий обтуратор для відділення м'яких тканин у СНЩС. Потім голку 21G вставляли на 5 мм медіально та 5 мм каудально від точки проколу робочої канюлі, щоб сформувати шлях відтоку та забезпечити виконання стандартного артросцентезу під діагностичною візуалізацією. Далі обтуратор видаляли та вводили в порожнину суглобу ендоскоп KARL STORZ 1,9 mm. Артроскопічне дослідження верхнього відділу починали з заднього полюсу з візуалізації задньої суглобової зв'язки та задньої стінки порожнини суглоба. Далі ковзаючи вниз проводиться оцінка диску та після нього передньої суглобової зв'язки. Під час видалення фіксаторів проводили ревізію положення суглобового диску, його мобільності та при необхідності ліквідувались утворені рубці. В кінці втручання в верхній компартмент суглобу вводили препарати на основі гіалуронової кислоти з концентрацією 40 мг/мл в об'ємі 0,6 мл.

В післяопераційному періоді в строки 1, 3 та 6 місяців після остеосинтезу голівки НЩ у пацієнтів обох груп визначали наявність ускладнень та функціонального дефіциту; оцінювали стан зубних рядів і оклюзії, виявляли наявність супра-контактів, зміщення середньої лінії та інших ознак порушення симетрії анатомічних структур зубощелепного комплексу, а також визначали наявність інтра- і постопераційних ускладнень. Для визначання функціонального стану жувальної системи всім пацієнтам вимірювали величину максимального відкривання рота, протрузії та латеротрузії, наявність болю та дискомфорту при жувальних і нежувальних рухах НЩ, латеральної девіації при широкому відкриванні рота, клацання і хрусту в обох СНЩС. Крім того, пацієнтам було проведено оцінку індексу клінічної дисфункції (Di) за М. Helkimo [27].

Статистичний аналіз. Статистичні розрахунки проводили в програмному середовищі SPSS Statistics v.22 (IBM SPSS, США). Для визначення характеру розподілу вибірки застосовували критерій перевірки нормальності Колмогорова-Смірнова. Статистичний аналіз отриманих даних передбачав розрахунок середніх величин, середньоквадратичного відхилення і похибки середньої. Оцінка достовірності розбіжностей між клінічними та функціональними показниками, визначеними у різні строки після операції, базувалась на використанні непараметричного критерію Мана-Уїтні (для показників, що мали ненормальний характер розподілу), або параметричного Т-критерію Стюдента з поправкою на малу чисельність вибірки. При вивченні розбіжностей за показниками, що мали якісну або напів-кількісну природу, використовували критерій χ^2 Пірсона, заснований на аналізі частотного розподілу певних клінічних ознак.

Матеріали дослідження були обговорені і схвалені комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень при Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця (Протокол №153 від 29.11.2021.)

Результати. Односторонні ПГНЩ були наявні у 19 пацієнтів основної групи (59,3%) і 36

пацієнтів контрольної групи (88%). Двосторонні ПГНЩ відзначали у 13 пацієнтів основної групи (40,7%) і 5 пацієнтів контрольної групи (12%).

В лікуванні 40% (20 ПГНЩ) контрольної групи і 53,3% (24 ПГНЩ) основної фіксацію фрагментів проводили позиціонуючими гвинтами, а у основної було застосовано навігаційні шаблони для визначення місця засвердлювання та ангуляції позиціонуючих титанових гвинтів, які встановлювали самостійно або у поєднанні з ІРП чи мікропластинами (17 ПГНЩ (37,7%) та 24 ПГНЩ (48%) в основній і контрольній групі відповідно). У 6 випадках в контрольній групі (12%) та в 4 випадках в основній групі (9%) для фіксації багатоуламкових переломів було застосовано пацієнтспецифічні титанові фіксатори. Анатомічні результати хірургічних втручань були задовільними у всіх випадках (середнє відхилення між 3D моделями з віртуальним планом хірургічного втручання та отриманим клінічним результатом було меншим 2 мм як в основній, так і в контрольній групах).

Інтраопераційних ускладнень таких, як травмування а. maxillaris, пересічення гілок лицевого нерву або додаткова фрагментація голівки серед досліджених хворих не визначали. Ускладнення в післяопераційному періоді розвинулись у 16,2% пацієнтів (15% хворих контрольної і 12,5% – основної груп). Структура ускладнень наведена в табл. 1

При оцінці діапазону рухів НЩ (табл. 2) максимальне відкривання рота в строк 3, 6 місяців між групами не відрізнявся. Латеротрузійні і протрузійні рухи та відкривання рота були дещо більші у основної групи у порівнянні з контрольною в строки 6 місяців, втім за даної кількості спостережень відмінності за цим параметром виявились статистично не достовірними ($p > 0,05$).

При проведенні інтегральної оцінки відновлення функції СНЩС в часовому проміжку 3 та 6 місяців з використанням клінічного індексу дисфункції за М. Helkimo. Легкий ступінь дисфункції (Di I) визначався у 12,5% пацієнтів контрольної та 34,6% основної групи, тоді як в строки 3 місяців він становив 12,5% для

Таблиця 1

Ускладнення, що виникали в післяопераційному періоді у пацієнтів, прооперованих з приводу ПГНЩ

Тип ускладнення	Основна група (n=32)	Контрольна група (n=42)
Нагноєння післяопераційної рани	3,1% (1 пацієнт)	7,4% (3 пацієнта)
Резорбція малого фрагмента	6,25% (2 пацієнт)	4,8% (2 пацієнти)
Вторинне зміщення малого фрагмента	6, 25% (2 пацієнт)	7,4% (3 пацієнти)
Тризм (відкривання рота <3 см)	6,25% (2 пацієнта)	7,4% (3 пацієнта)

При статистичному аналізі міжгрупових відмінностей в загальній частоті ускладнень виявлено не було (χ^2 , $p > 0,05$).

Таблиця 2

Об'єм рухів НЩ у пацієнтів, прооперованих з приводу ПГНЩ, залежно від способу хірургічного лікування

	Максимальне відкривання роту			Протрузія		
	До операції	3 місяці	6 місяців	До операції	3 місяці	6 місяців
Основна	23,8±7,3	35,2±3,6	37,6±3,5	2,5±1,1	5,15±2,21	5,6±1,6
Контрольна	21,9±9,2	35,5±4,2	35,8±4,4	2,8± 1,5	5,1±1,6	5,5± 1,38
	Латеротрузія ліворуч			Латеротрузія праворуч		
	До	3 м	6 м	До	3 м	6 м
Основна	5,05±0,88	5,3±2,3	5,7±1,6	3,9±1,5	5,3±2,3	6,3±2,3
Контрольна	4,9±1,4	5,15±1,4	5,1±2,94	3,4±1,8	4,5±1,45	4,8±1,5

*Для порівняння відмінності між групами використовувався критерій Манна-Уїтні, для всіх змінних рівень значимості був $p > 0.05$

контрольної та 20,7% для основної. Серед пацієнтів основної групи можна відмічати покращення функціонального стану на 12% відсотків після видалення фіксаторів. Середній ступінь (Di II) дисфункції в строки 3 місяців визначався в 72,4% прооперованих пацієнтів основної групи та 68,7% контрольної, а в строки 6 місяців цей показник суттєво знизився у пацієнтів основної групи, у яких ступінь дисфункції зменшився, та майже не змінився для пацієнтів контрольної групи (75%). Ступінь дисфункції Di III суттєво відрізнявся у пацієнтів основної групи та зменшився на 62,1% у порівнянні з показниками в строки 3 місяці, у пацієнтів контрольної групи цей показник знизився лише за 33%. Середнє значення індексу M. Helkimo в основній групі при цьому було вірогідно нижчим, ніж в контролі ($p < 0.05$).

При проведенні інтегральної оцінки відновлення функції СНЩС в строк 3 місяці з використанням клінічного індексу дисфункції за M. Helkimo було встановлено, що відсутність будь-яких функціональних порушень спостерігалась у 4,8% пацієнтів основної та 10% контрольної груп, легкий ступінь дисфункції (Di I) був визначений у 33,3% пацієнтів основної та 32,5% контрольної груп, середній ступінь Di II у 57,1% та 52,5%, відповідно, тяжкий ступінь дисфункції

Di III було визначено у 4,8% основної та 2,5% пацієнтів контрольної групи (рис. 1, 2).

В строки 6 місяців показники між групами достовірно відрізнялись для показників D0 та D1 ($p < 0,05$), пацієнти з відсутністю функціональних порушень в основній групі становили 52,3% та 20,8% в контрольній. Це можна пояснити тим, що у пацієнтів контрольної групи зникли симптоми хрускоту, клацання, дискомфорту у порівнянні з групою контролю, хоча показники відривання рота між групами майже не відрізнялись. Середнє значення індексу M. Helkimo в основній групі при цьому було вірогідно нижчим, ніж в контролі $1,5 \pm 1,3$ проти $3,06 \pm 1,7$ ($p < 0.05$).

Дискусія. Золотим стандартом лікування ПГНЩ на сьогоднішній день є відкрита репозиція і внутрішня фіксація із використанням довгих позиціонуючих гвинтів, що довели свою ефективність у порівнянні з іншими видами фіксаторів і консервативними методами лікування [28–30]. Встановлення гвинтів із використанням навігаційних шаблонів та малоінвазивних хірургічних доступів (завушний, передвухний) за даними авторів дозволяє досягнути ефективною анатомічної і функціональної реабілітації в більшості постраждалих [29]. Водночас за даними літератури частота внутрішніх порушень в СНЩС у пацієнтів після

Таблиця 3

Оцінка функціонального стану пацієнтів з ПГНЩ у віддаленому післяопераційному періоді з використанням клінічного індексу дисфункції за M. Helkimo (1974)

	Основна група		Контрольна група	
	3 міс	6 міс	3 міс	6 міс
D0	4,80%	52,30% *	10%	20,80%*
DI	33,30%	42,80%	32,50%	62,50%
DII	57,10%	4,80%	52,50%	16,60%
DIИ	4,80%	–	2,50%	–

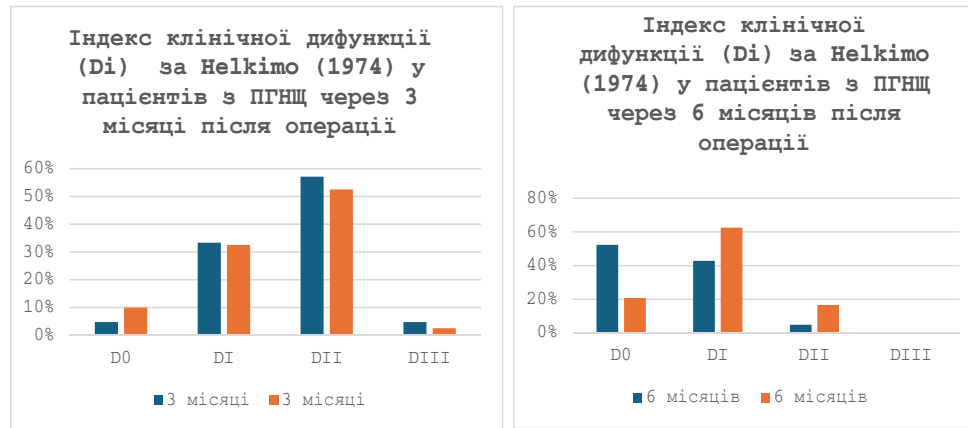


Рис. 1, 2. Оцінка функціонального стану пацієнтів з ПГНЩ через 3 та 6 місяців після оперативного втручання з використанням клінічного індексу дисфункції за М. Helkimo (1974)

ПГНЩ є вірогідно вищою ніж при інших типах переломів виросткового відростку НЩ (до 25%) [20]. Це пов'язано зі значною травматизацією елементів суглобу – хряща, диска, капсули і зв'язок при травмі і, під час проведення хірургічного втручання. Елементи фіксації, що перебувають в контакті із тканинами суглобу, у умовах циклічного функціонального навантаження за окремими даними можуть виступати чинником хронічної травматизації, сприяти обмеженню рухів в суглобі, формуванню фіброзу і хронічного запалення [19, 29]. Skroch et al., 2021 вперше провели дослідження волюметричної стабільності голівки нижньої щелепи у віддаленому післяопераційному періоді та виявили що в результаті перебудови голівка нижньої щелепи може втрачати до 30% свого об'єму, що може спричинити експозицію фіксаторів в нижньому компартменті суглоба [23]. Крім того, в найбільш біомеханічно несприятливих випадках відбувається виразна резорбція кістки навколо шляпки гвинта, що призводить до постійної хронічної травматизації оточуючих м'яких тканин та посиленого рубцювання. Автори звертають увагу на ризик розвитку остеоартриту СНЩС з віком, що потенційно можливе, як і в будь-яких інших суглобах людини [26]. Елементи фіксації при цьому будуть виступати, як фактор, що погіршує прогноз і ускладнює лікування, а видалення остеоінтегрованих фіксаторів із патологічно-зміненої кістки у цих випадках може призводити до надмірної деструкції голівки НЩ.

Незважаючи на вищенаведені аргументи, що свідчать на користь видалення фіксаторів після консоїдації перелому у даної категорії пацієнтів, це питання залишається контроверсійним в зв'язку із високими ризиками та складністю повторного хірургічного лікування [17, 22]. В нашому дослідженні за нульову гіпотезу

вважалося, що видалення фіксаторів, оточуючих фіброзно-змінених тканин та ендоскопічна ревізія порожнини суглоба після повної консоїдації уламків дозволить отримувати кращі функціональні результати у віддаленому післяопераційному періоді. При цьому важливим результуючим параметром вважали оцінку інтраопераційних ризиків та ускладнень асоційованих із вторинним втручанням по видаленню фіксаторів.

Отримані нами данні підтвердили тенденцію до збільшення діапазону рухів НЩ (відкривання роти, протрузія і латеротрузія) в післяопераційному періоді, що відзначався в обох групах хворих. І хоча за даної кількості спостережень міжгрупові відмінності в різні строки спостережень були не достовірними ($p > 0,05$) в строк 6 місяців відзначалась тенденція до збільшення обсягу протрузійних, латеротрузійних рухів і максимального відкриття рота в основній групі ($37,6 \pm 3,5$ мм проти $35,8 \pm 4,4$ мм в контрольній). Виразність болю і дискомфорту в СНЩС та жувальних м'язах в цій групі зменшувалась порівняно з контролем, що зумовлювало вірогідну позитивну динаміку індексу Хелькімо. В строк 3 місяці відсутність будь-яких функціональних порушень спостерігалась у 4,8% пацієнтів основної та 10% контрольної груп, легкий ступінь дисфункції (Di I) був визначений у 33,3% пацієнтів основної та 32,5% контрольної груп, середній ступінь. В строки 6 місяців показники між групами достовірно відрізнялись для показників D0 та D1 ($p < 0,05$), пацієнти з відсутністю функціональних порушень в основній групі становили 52,3% та 20,8% в контрольній, а пацієнти з легким ступенем дисфункції (Di I) становили 42,8% та 62,5% відповідно. Di II у 57,1% та 52,5%, відповідно, тяжкий ступінь дисфункції Di III було визначено у 4,8% основної та 2,5% пацієнтів контрольної групи.

Отримані дані свідчать про те, що у пацієнтів, що мали функціональні порушення в післяопераційному періоді, імовірно зумовлені важкістю травми, видалення фіксаторів та ревізія навколишніх тканин дозволила досягти кращих функціональних результатів у віддаленому післяопераційному періоді та дозволяли з меншими симптоми хрускоту, клацання та болю. Натомість пацієнти, які мали легкі функціональні обмеження в ранньому періоді після операції повноцінно відновлювались без додаткових втручань.

Отримані результати, свідчать про певні переваги вторинної ревізії зони втручання в функціональному аспекті, що пояснюється не лише видаленням чужорідних тіл, але й зумовлене можливістю усунення периастикулярних рубцевих змін, спайок і адгезій в суглобі, а також введення лікувальних засобів, що сприяють його кращому відновленню.

За даними Hrijak 2018, проведення артроскопії верхнього компартменту суглобу є важливим аспектом відновлення та успішної реабілітації пацієнтів з ПГНЩ [21]. Воно дозволяє ліквідувати медіатори запалення, кров'яні згустки та поліпи, що утворились під час травми та можуть провокувати додаткове рубцювання навколишніх м'яких тканин, викликати хронічне запалення і, як наслідок, обмежувати мобільність суглобу у віддаленому посттравматичному періоді. Доцільність ендоскопічної ревізії СНЩС при знятті фіксаторів підтверджується і результатами даної роботи.

Загалом отримані результати підтвердили доцільність видалення фіксаторів при ПГНЩ після консолідації уламків, як рутинну процедуру в комплексній реабілітації пацієнтів з ПГНЩ, особливо у випадках виразного функціонального дефіциту суглоба в терміни до 4 місяців після остеосинтезу. При цьому вторинна операція має бути спрямована не лише на усунення чужорідних тіл, але й на ревізію СНЩС із усуненням патологічних змін в ньому та створення умов для повноцінного відновлення, як кісткових так і м'якотканинних елементів.

Відомо, що функціональне відновлення СНЩС та об'єму рухів НЩ у пацієнтів, прооперованих з приводу ПГНЩ, відбувається повільно і поступово. Процес відновлення мобільності НЩ інтенсивно триває до 6 місяців, а потім

суттєво уповільнюється і більшою мірою залежить від чинників, безпосередньо не пов'язаних з травмою та особливостями хірургічного втручання та триває в середньому до 1,5 року. В зв'язку з цим, обрані нами відносно невеликі терміни спостереження (6 місяців), не дозволяють переконливо висловитись про вплив застосованих методів лікування на остаточну функціональну реабілітацію та перебудову голівки НЩ у віддаленому післяопераційному періоді. Серед інших обмежень даного дослідження – відносно невелика кількість пацієнтів в клінічних серіях та значне різноманіття як за характером травми, так і за застосованими способами остеосинтезу. Вирішення цих питань вимагає проведення подальших мультицентрових досліджень із залученням більшої кількості пацієнтів та довших строків спостереження.

Висновки

1. Пацієнтам з ПГНЩ, що мають функціональні порушення в післяопераційному періоді, видалення фіксаторів та ревізія навколишніх тканин дозволяє досягти кращих функціональних результатів у віддаленому післяопераційному періоді та дозволяли з меншими симптоми хрускоту, клацання та болю. При проведенні інтегральної оцінки відновлення функції СНЩС в строк 6 місяців з використанням клінічного індексу дисфункції за M. Helkimo показники між групами достовірно відрізнялись: пацієнти з відсутністю функціональних порушень в основній групі становили 52,3% та 20,8% в контрольній ($p < 0,05$), з легким ступенем дисфункції (D1 I) 42,8% та 62,5% відповідно ($p > 0,05$). Натомість пацієнти, що мають легкі функціональні обмеження в ранньому періоді після операції повноцінно відновлюються без додаткових втручань.

2. Отримані результати підтвердили доцільність видалення фіксаторів при ПГНЩ після консолідації уламків, як рутинну процедуру в комплексній реабілітації пацієнтів з ПГНЩ, особливо у випадках виразного функціонального дефіциту суглоба в терміни до 4 місяців після остеосинтезу. При цьому вторинна операція має бути спрямована не лише на усунення чужорідних тіл, але й на ревізію СНЩС із усуненням патологічних змін в ньому та створення умов для повноцінного відновлення, як кісткових так і м'якотканинних елементів.

Список літератури

1. Rauso P. Plates removal in orthognathic surgery and facial fractures: when and why P. Rauso, G. Tartaro, S. Stea, U. Tozzi, P. Biondi The Journal of Craniofacial Surgery. – 2011. – Vol. 22, № 1. – P. 252–254. DOI: 10.1097/SCS.0b013e3181f7b7f4.
2. Champy M. Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach

M. Champy, J. P. Loddé, R. Schmitt, J. H. Jaeger, D. Muster Journal of Maxillofacial Surgery. – 1978. – Vol. 6, № 1. – P. 14–21. DOI: 10.1016/s0301-0503(78)80062-9.

3. Michelet F. X. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery F. X. Michelet, J. Deymes, B. Dessus Journal of Maxillofacial Surgery. – 1973. – Vol. 1, № 2. – P. 79–84. DOI: 10.1016/s0301-0503(73)80017-7.

4. Woodman J. L. Metal ion release from titanium-based prosthetic segmental replacements of long bones in baboons: a long-term study. J. L. Woodman, J. J. Jacobs, J. O. Galante, R. M. Urban *Journal of Orthopaedic Research*. – 1984. – Vol. 1, № 4. – P. 421–430. DOI: 10.1002/jor.1100010411.
5. Manor Y. Risk factors contributing to symptomatic plate removal in orthognathic surgery patients Y. Manor, G. Chaushu, S. Taicher *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1999. – Vol. 57, № 6. – P. 679–682. DOI: 10.1016/s0278-2391(99)90430-5.
6. Jain R. Effect of stainless steel and titanium low-contact dynamic compression plate application on the vascularity and mechanical properties of cortical bone after fracture / R. Jain, N. Podworny, T. Hearn, G. I. Anderson, E. Schemitsch // *Journal of Orthopaedic Trauma*. 1997. Vol. 11, № 7. – P. 490–495. DOI: 10.1097/00005131-199710000-00006.
7. Allurkar S. Surface analysis of titanium maxillofacial plates and screws retrieved from patients S. Allurkar, U. M. Joshi, K. Shah, N. Thakur, A. Mangalgi *Journal of Dental Specialities*. – 2016. – Vol. 4, № 2.
8. Matthew I. R. In vivo surface analysis of titanium and stainless steel miniplates and screws I. R. Matthew, J. W. Frame, R. M. Browne, B. G. Millar *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1996. – Vol. 25, № 6. – P. 463–468. DOI: 10.1016/s0901-5027(96)80085-3.
9. Nakamura S. Complications of miniplate osteosynthesis for mandibular fractures S. Nakamura, Y. Takenoshita, M. Oka *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1994. – Vol. 52, № 3. – P. 233–239. DOI: 10.1016/0278-2391(94)90289-5.
10. Rosenberg A. Should titanium miniplates be removed after bone healing is complete? A. Rosenberg, K. W. Grätz, H. F. Sailer *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1993. – Vol. 22, № 3. – P. 185–188. DOI: 10.1016/s0901-5027(05)80249-8.
11. Cawood J. I. Small plate osteosynthesis of mandibular fractures J. I. Cawood *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. – 1985. – Vol. 23, № 2. – P. 77–91. DOI: 10.1016/0266-4356(85)90057-9.
12. Spiessl B. Rigid internal fixation of fractures of the lower jaw / Spiessl B. *Reconstruction Surgery and Traumatology*. – 1972. – Vol. 13. – P. 124–140.
13. Haug R. H. Retention of asymptomatic bone plates used for orthognathic surgery and facial fractures R. H. Haug *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. – 1996. – Vol. 54, № 5. – P. 611–617. DOI: 10.1016/s0278-2391(96)90644-8.
14. Bhatt V. Removal of miniplates in maxillofacial surgery: a follow-up study / V. Bhatt, P. Chhabra, M. S. Dover *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. – 2005. – Vol. 63, № 6. – P. 756–760. DOI: 10.1016/j.joms.2005.02.005.
15. Posnick J. C. Method of osteotomy fixation and need for removal following bimaxillary orthognathic, osseous genioplasty, and intranasal surgery: a retrospective cohort study J. C. Posnick, E. Choi, A. Chavda *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2017. – Vol. 46, № 10. – P. 1276–1283. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.05.014.
16. Borstlap W. A. Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up. Part I. Clinical parameters W. A. Borstlap, P. J. Stoelinga, T. J. Hoppenreijns, M. A. van't Hof *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2004. – Vol. 33, № 5. – P. 433–441. DOI: 10.1016/j.ijom.2004.02.003.
17. Aramanadka C. Hardware Removal in Maxillofacial Trauma: A Retrospective Study C. Aramanadka, A. T. Kamath, G. Srikanth, D. Pai, N. Singla, S. Daundiyal, A. Desai *The Scientific World Journal*. – 2021. – Vol. 2021. 9947350. DOI: 10.1155/2021/9947350.
18. Strasbourg Osteosynthesis Group. Consensus statement: the 3rd SORG meeting, – 1991.
19. Neff A. Stabilität der Osteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen in Klinik und biomechanischer Simulation A. Neff, G. Mühlberger, M. Karoglan, A. Kolk, W. Mittelmeier, D. Scheruhn, H. H. Horsch Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. – 2004. – Vol. 8. – P. 63–74.
20. Pavlychuk T. Application of CAD/CAM technology for surgical treatment of condylar head fractures: A preliminary study T. Pavlychuk, D. Chernogorskyi, Y. Chepurnyi, A. Neff, A. Kopchak *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. – 2020. – Vol. 10, № 4. – P. 608–614. DOI: 10.1016/j.jobcr.2020.08.018.
21. Hirjak D. Intraoperative arthroscopy of the TMJ during surgical management of condylar head fractures: A preliminary report D. Hirjak, B. Galis, M. Beno, V. Machon, L. G. Mercuri, A. Neff *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. – 2018. – Vol. 46, № 12. – P. 1989–1995. DOI: 10.1016/j.jcms.2017.05.032.
22. Piombino P. Titanium Internal Fixator Removal in Maxillofacial Surgery: Is It Necessary? A Systematic Review and Meta-Analysis P. Piombino, L. Sani, G. Sandu, E. Carraturo, G. De Riu, L. A. Vaira, F. Maglito, L. Califano *The Journal of Craniofacial Surgery*. 2023. Vol. 34, № 1. – P. 145–152. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009006.
23. Skroch L. Condylar remodeling after osteosynthesis of fractures of the condylar head or close to the temporomandibular joint L. Skroch, I. Fischer, A. Meisgeier, F. Kozolka, J. Apitzsch, A. Neff *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. 2020. Vol. 48, № 4. – P. 413–420. DOI: 10.1016/j.jcms.2020.02.005.
24. Xie S. T. Functional and radiologic outcome of open reduction and internal fixation of condylar head and neck fractures using miniplate or microplate system / S. T. Xie, D. Singhal, C. T. Chen, Y. R. Chen *Annals of Plastic Surgery*. – 2013. – Vol. 71, Suppl. 1. – P. S61–S66. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000040.
25. Smolka W. 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 W. Smolka, C. P. Cornelius, C. Lechler // *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*. – 2018. – Vol. 46, № 11. – P. 1953–1959. DOI: 10.1016/j.jcms.2018.09.008.
26. Neff A. Open reduction and internal fixation in temporomandibular joint traumatology: current concepts and future perspectives A. Neff *Stomatological Disease and Science*. – 2019. – Vol. 3. N-A. DOI: 10.20517/2573-0002.2018.27.
27. Helkimo M. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. IV. Age and sex distribution of symptoms of dysfunction of the masticatory system in Lapps in the north of Finland M. Helkimo *Acta Odontologica Scandinavica*. – 1974. – Vol. 32, № 4. – P. 255–267. DOI: 10.3109/00016357409026342.

28. Kermer C. H. Surgical reduction and fixation of intracapsular condylar fractures. A follow-up study C. H. Kermer, G. Undt, M. Rasse//International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 1998. – Vol. 27, № 3. – P. 191–194. DOI: 10.1016/s0901-5027(98)80008-8.
29. Kolk 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) A. Kolk, A. Neff Journal of

Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery. – 2015. – Vol. 43, № 4. – P. 452–461. DOI: 10.1016/j.jcms.2015.02.004.

30. Kozakiewicz M. Small-diameter compression screws completely embedded in bone for rigid internal fixation of the condylar head of the mandible M. Kozakiewicz The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 56, № 1. – P. 74–76. DOI: 10.1016/j.bjoms.2017.04.013.

References

1. Rauso, R., Tartaro, G., Stea, S., Tozzi, U., & Biondi, P. (2011). Plates removal in orthognathic surgery and facial fractures: when and why. *The Journal of craniofacial surgery*, 22(1), 252–254. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181f7b7f4>
2. Champy, M., Loddé, J. P., Schmitt, R., Jaeger, J. H., & Muster, D. (1978). Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *Journal of maxillofacial surgery*, 6(1), 14–21. [https://doi.org/10.1016/s0301-0503\(78\)80062-9](https://doi.org/10.1016/s0301-0503(78)80062-9)
3. Michelet, F. X., Deymes, J., & Dessus, B. (1973). Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. *Journal of maxillofacial surgery*, 1(2), 79–84. [https://doi.org/10.1016/s0301-0503\(73\)80017-7](https://doi.org/10.1016/s0301-0503(73)80017-7)
4. Woodman, J. L., Jacobs, J. J., Galante, J. O., & Urban, R. M. (1984). Metal ion release from titanium-based prosthetic segmental replacements of long bones in baboons: a long-term study. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 1(4), 421–430. <https://doi.org/10.1002/jor.1100010411>
5. Manor, Y., Chaushu, G., & Taicher, S. (1999). Risk factors contributing to symptomatic plate removal in orthognathic surgery patients. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 57(6), 679–682. [https://doi.org/10.1016/s0278-2391\(99\)90430-5](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(99)90430-5)
6. Jain, R., Podworny, N., Hearn, T., Anderson, G. I., & Schemitsch, E. H. (1997). Effect of stainless steel and titanium low-contact dynamic compression plate application on the vascularity and mechanical properties of cortical bone after fracture. *Journal of orthopaedic trauma*, 11(7), 490–495. <https://doi.org/10.1097/00005131-199710000-00006>
7. Allurkar, S., Joshi, U. M., Shah, K., Thakur, N., & Mangalgi, A. (2016). Surface analysis of titanium maxillofacial plates and screws retrieved from patients. *Journal of Dental Specialities*, 4(2).
8. Matthew, I. R., Frame, J. W., Browne, R. M., & Millar, B. G. (1996). In vivo surface analysis of titanium and stainless steel miniplates and screws. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 25(6), 463–468. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(96\)80085-3](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(96)80085-3)
9. Nakamura, S., Takenoshita, Y., & Oka, M. (1994). Complications of miniplate osteosynthesis for mandibular fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 52(3), 233–239. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(94\)90289-5](https://doi.org/10.1016/0278-2391(94)90289-5)
10. Rosenberg, A., Grätz, K. W., & Sailer, H. F. (1993). Should titanium miniplates be removed after bone healing is complete?. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 22(3), 185–188. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(05\)80249-8](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(05)80249-8)
11. Cawood J. I. (1985). Small plate osteosynthesis of mandibular fractures. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, 23(2), 77–91. [https://doi.org/10.1016/0266-4356\(85\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0266-4356(85)90057-9)
12. Spiessl B. (1972). Rigid internal fixation of fractures of the lower jaw. *Reconstruction surgery and traumatology*, 13, 124–140.
13. Haug R. H. (1996). Retention of asymptomatic bone plates used for orthognathic surgery and facial fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 54(5), 611–617. [https://doi.org/10.1016/s0278-2391\(96\)90644-8](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(96)90644-8)
14. Bhatt, V., Chhabra, P., & Dover, M. S. (2005). Removal of miniplates in maxillofacial surgery: a follow-up study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 63(6), 756–760. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.02.005>
15. Posnick, J. C., Choi, E., & Chavda, A. (2017). Method of osteotomy fixation and need for removal following bimaxillary orthognathic, osseous genioplasty, and intranasal surgery: a retrospective cohort study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 46(10), 1276–1283. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.05.014>
16. Borstlap, W. A., Stoelinga, P. J., Hoppenreijns, T. J., & van't Hof, M. A. (2004). Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up. Part I. Clinical parameters. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 33(5), 433–441. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2004.02.003>
17. Aramanadka, C., Kamath, A. T., Srikanth, G., Pai, D., Singla, N., Daundiyal, S., & Desai, A. (2021). Hardware Removal in Maxillofacial Trauma: A Retrospective Study. *TheScientificWorldJournal*, 2021, 9947350. <https://doi.org/10.1155/2021/9947350>
18. Strasbourg Osteosynthesis Group Consensus statement: the 3rd SORG meeting, 1991
19. Neff, A., Mühlberger, G., Karoglan, M., Kolk, A., Mittelmeier, W., Scheruhn, D., & Horch, H. H. (2004). Stabilität der Osteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen in Klinik und biomechanischer Simulation. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 8, 63–74.
20. Pavlychuk, T., Chernogorskyi, D., Chepurnyi, Y., Neff, A., & Kopchak, A. (2020). Application of CAD/CAM technology for surgical treatment of condylar head fractures: A preliminary study. *Journal of oral biology and craniofacial research*, 10(4), 608–614. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.08.018>
21. Hirjak, D., Galis, B., Beno, M., Machon, V., Mercuri, L. G., & Neff, A. (2018). Intraoperative arthroscopy of the TMJ

- during surgical management of condylar head fractures: A preliminary report. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 46(12), 1989–1995. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.05.032>
22. Piombino, P., Sani, L., Sandu, G., Carraturo, E., De Riu, G., Vaira, L. A., Maglito, F., & Califano, L. (2023). Titanium Internal Fixator Removal in Maxillofacial Surgery: Is It Necessary? A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of craniofacial surgery*, 34(1), 145–152. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000009006>
 23. Skroch, L., Fischer, I., Meisgeier, A., Kozolka, F., Apitzsch, J., & Neff, A. (2020). Condylar remodeling after osteosynthesis of fractures of the condylar head or close to the temporomandibular joint. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 48(4), 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2020.02.005>
 24. Xie, S. T., Singhal, D., Chen, C. T., & Chen, Y. R. (2013). Functional and radiologic outcome of open reduction and internal fixation of condylar head and neck fractures using miniplate or microplate system. *Annals of plastic surgery*, 71 Suppl 1, S61–S66. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000000040>
 25. Smolka, W., Cornelius, C. P., & Lechler, C. (2018). 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. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 46(11), 1953–1959. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.09.008>
 26. Neff, A. (2019). Open reduction and internal fixation in temporomandibular joint traumatology: current concepts and future perspectives. *Stomatological Disease and Science*, 3, N-A. <http://dx.doi.org/10.20517/2573-0002.2018.27>
 27. Helkimo M. (1974). Studies on function and dysfunction of the masticatory system. IV. Age and sex distribution of symptoms of dysfunction of the masticatory system in Lapps in the north of Finland. *Acta odontologica Scandinavica*, 32(4), 255–267. <https://doi.org/10.3109/00016357409026342>
 28. Kermer, C.h, Undt, G., & Rasse, M. (1998). Surgical reduction and fixation of intracapsular condylar fractures. A follow up study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 27(3), 191–194. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(98\)80008-8](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(98)80008-8)
 29. Kolk, A., & Neff, A. (2015). 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). *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 43(4), 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.02.004>
 30. Kozakiewicz M. (2018). Small-diameter compression screws completely embedded in bone for rigid internal fixation of the condylar head of the mandible. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, 56(1), 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2017.04.013>