

УДК 616.716.4-001.5

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-46-4-9>

Я.М. Мазурик,

аспірант кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, вул. Зоологічна, 1, м. Київ, Україна, індекс 03680, yarosmaz@gmail.com

В.О. Маланчук,

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, вул. Зоологічна, 1, м. Київ, Україна, індекс 03680, malanchuk_v_a@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КІСТКИ ДЛЯ ВИБОРУ ТАКТИКИ ЛІКУВАННЯ ПРИ ВІДКРИТОМУ ПЕРЕЛОМІ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ З НАЯВНІСТЮ ЗУБА В ЩІЛИНІ ПЕРЕЛОМУ

Мета роботи: покращити ефективність лікування пацієнтів з відкритими переломами нижньої щелепи з наявністю зуба в щілині перелому визначити твердість та пружність кісткової тканини.

Матеріали та методи:

Клінічні методи обстеження (об'єктивне обстеження), рентгенологічні методи обстеження (комп'ютерна томографія). Обстежено та проліковано 60 пацієнтів. В лікуванні було використано пристрій для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021. Хірургічне лікування відбувалося протягом 6 місяців на базі КМКЛ № 12, ШЦЛВ № 2 м. Київ з 01.01.2022 по 01.06.2022.

Серед пацієнтів всіх груп були 40 чоловіків та 20 жінок. Вік пацієнтів складав від 18 до 60 І група. У 40 пацієнтів з діагнозом: У 10 пацієнтів односторонній перелом кута нижньої щелепи виявлено (І група). У 20 пацієнтів двосторонній перелом кута нижньої щелепи (ІІ група). У 10 пацієнтів подвійний перелом нижньої щелепи (ІІІ група). Позитивний симптом прямого та не прямого навантаження в ділянках перелому відмічалось у всіх 60 пацієнтів.

Наукова новизна: визначення оптимальної ділянки кістки, для накладання кісткових фіксаторів за допомогою пристрою для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021. Покращення ефективності фіксації зуба в щілині перелому.

Висновки: Міцність кісткової тканини залишається дуже варіабельною тому, якщо зуб залишається в ділянці перелому нижньої щелепи він використовується, як опора та покращує фіксацію відломків, що в свою чергу зменшує ризик попаданню ротової рідини в рану і при цьому відбувається краща консолідація відломків. Основою успіху є досягнення максимального діастаза кісткової рани та співставлення відломків, що дозволяє в майбутньому зробити максимально природнім прикус і відновити його.

В нормі межа міцності кортикального шару нижньої

щелепи на стиск становить 120–200 МПа, а на розтяг є децю меншою. Ще меншою є міцність кортикальної кістки на кручення, її визначають на рівні 90–100 МПа. Ускладнення відбулись у 4 пацієнтах при збереженні зубів в лінії перелому. А саме 2 зубів (37,48), де хід лінії перелому проходить через лунку зуба та 2 зуба (36,47) лінія перелому проходить косо через лунку зуба. Зуби були проліковані ендодонтично після травми без розриву судинно-нервового пучка.

Одним з важливих факторів залишається особливості біомеханічної поведінки системи фіксатор-кістка в даному випадку визначалися наявністю зони контакту кісткових фрагментів, що дає безпосередньо сприймати частину навантаження і за рахунок цього розвантажити пластину в ділянці перелому. Після репозиції та іммобілізації уламків нижньої щелепи, необхідно створити умови для процесів репаративного остеогенезу.

Ключові слова: визначення механічних параметрів кістки, переломи нижньої щелепи, зуба в щілині перелому, діастаз кісткової рани, репозиція, іммобілізація уламків нижньої щелепи.

Y.M. Mazuryk,

PhD Student at the Department Oral and maxillofacial surgery, Dental Medical Center Bogomolets NMU, 1 Zoologichna street, Kyiv, Ukraine, postal code 03680, yarosmaz@gmail.com

V.O. Malanchuk,

PhD, MD, Professor, Head of the Department Oral and maxillofacial surgery, Dental Medical Center Bogomolets NMU, 1 Zoologichna street, Kyiv, Ukraine, postal code 03680, malanchuk_v_a@ukr.net

CHOICE OF TREATMENT TACTICS FOR OPEN FRACTURE OF THE ANGLE OF THE LOWER JAW WITH THE PRESENCE OF A TOOTH IN THE FRACTURE CLEFT

The aim – determine the hardness and elasticity of bone tissue and improve the effectiveness of treatment of patients with open fractures of the lower jaw with the presence of a tooth in the fracture gap.

Materials and methods. Clinical examination methods (objective examination), X-ray examination methods (computed tomography). 60 patients were examined and treated. In the treatment, a device for determining the mechanical parameters of the bone #150086 dated 12/30/2021 was used. Surgical treatment took place for 6 months on the basis of KMKL No. 12, ShCLV No. 2 in Kyiv from 02.01.2022 to 08.01.2022.

There were 40 men and 20 women among the patients of all groups. The age of the patients ranged from 18 to 60, group I. In 40 patients with a diagnosis: In 10 patients, a unilateral fracture of the angle of the lower jaw was detected (group I). 20 patients had a bilateral fracture of the angle of the lower jaw (group II). 10 patients had a double fracture of the lower jaw (group III). A positive symptom of direct and indirect stress in the fracture areas was noted in all 60 patients.

Scientific novelty. *Determination of the optimal area of the bone, for applying bone fixators using a device for determining the mechanical parameters of the bone No. 150086 dated 12.30.2021. Improving the efficiency of tooth fixation in the fracture gap.*

Conclusions. *The basis of success is the achievement of maximum diastasis of the bone wound and alignment of fragments, which allows to make the bite as natural as possible in the future and to restore it.*

The strength of bone tissue remains highly variable, so if the tooth remains in the area of the mandibular fracture, it is used as a support and improves the fixation of the fragments, which in turn reduces the risk of oral fluid entering the wound and at the same time better consolidation of the fragments. Normally, the strength limit of the cortical layer of the lower jaw in compression is 120–200 MPa, and in tension it is somewhat lower. The torsional strength of cortical bone is even lower, it is determined at the level of 90–100 MPa. Complications occurred in 4 patients with preserved teeth in the fracture line. Namely, 2 teeth (37,48), where the course of the fracture line passes through the hole of the tooth and 2 teeth (36,47), the fracture line passes obliquely through the hole of the tooth. The teeth were treated endodontically after trauma without rupture of the neurovascular bundle. One of the important factors remains the peculiarities of the biomechanical behavior of the fixator-bone system in this case determined by the presence of a contact zone of bone fragments, which makes it possible to directly perceive part of the load and, due to this, to unload the plate in the fracture area. After repositioning and immobilization of fragments of the lower jaw, it is necessary to create conditions for the processes of reparative osteogenesis.

Key words: *determination of mechanical parameters of the bone, fractures of the lower jaw, tooth in the fracture gap, diastasis of the bone wound, repositioning, immobilization of fragments of the lower jaw.*

Актуальність теми. Відмічається стійка тенденція до підвищення частоти кісткової травми щелепно-лицевої ділянки, а також одночасно збільшується кількість тяжких уламкових, множинних переломів і поєднаних травм. Достатня кількість незадовільних результатів хірургічного лікування переломів лицевого черепа, зумовлених розхитуванням і руйнуванням фіксуючих конструкцій, залишається високою і становить 13-35% [1]. Нижня щелепа за рахунок своєї унікальної анатомічної будови та структурної організації забезпечує ефективне сприйняття, перерозподіл та передачу жувального навантаження, величина якого може сягати 1000–1500 Н.

Навантаження переважно сприймаються пластиною і передаються на кісткову тканину уламків в ділянці фіксуючих шурупів. За умови щільного контакту кісткових уламків, біомеханічно адекватного розташування фіксатора та наявності ретенційних пунктів на рановій поверхні уламків нижньої щелепи створюються умови для безпосереднього сприйняття навантаження кістковою

тканиною в зонах стиску, що суттєво розвантажує пластину. В цих умовах фіксатори з меншою жорсткістю і міцністю можуть забезпечити необхідну стабільність уламків навіть в умовах ранньої мобілізації нижньої щелепи.

В цих умовах фіксатори з меншою жорсткістю і міцністю можуть забезпечити необхідну стабільність уламків навіть в умовах ранньої мобілізації нижньої щелепи. Відомо, що вибір оптимального типу фіксатора, який забезпечуватиме достатню надійність за умови мінімальної інвазивності втручання і зменшення вираженості негативних біологічних ефектів, потребує урахування декількох факторів: типу перелому (моноблочний чи багатоуламковий, з наявністю дефекту кістки чи без нього, косий чи поперечний тощо); локалізації перелому; рельєфу поверхні перелому, наявності ретенційних пунктів; навантаження та особливостей напружено деформованого стану кістки в зоні перелому, зумовленого силою прикусу та тягою м'язів різних анатомічних груп. В різних анатомо-функціональних зонах лицевого черепа доцільно застосування різних типів фіксаторів.

Сьогодні щелепно-лицева хірургія для фіксації кісткових фрагментів при переломах різної локалізації широко використовує накісні титанові пластини та шурупи для остеосинтезу, що принципово дозволяють забезпечити надійне утримання уламків в трьох площинах на весь період консолідації перелому. Існує значна кількість публікацій щодо суттєвих недоліків даного способу фіксації, які зумовлюють низку негативних ефектів у віддалений післяопераційний період та необхідність проведення додаткових хірургічних втручань з видалення фіксатора, що передбачає додатковий хірургічний дискомфорт, ризики і пов'язані з ними соціально-економічні витрати [2-4]. Потрібно також відзначити обмежене застосування таких металофіксаторів у дітей і підлітків, а також можливість бактеріального обсіменіння біоінертних пластин [7-12].

Різниця у фізико-механічних властивостях кістки та металу, з якого виготовлена пластина (модуль пружності титану, наприклад, є більшим за модуль пружності кортикальної кістки майже на порядок), спотворює природний розподіл напружень і деформацій усередині кісткової тканини. Тривале перебування фіксатора в ділянці перелому призводить до того, що кісткова тканина, позбавлена впливу природних механічних навантажень, втрачає мінеральну насиченість та зазнає атрофії або локальної резорбції – виникає так званий ефект механічного шунта [13]. Крім

того, застосування титанових фіксаторів часто супроводжується корозією металу, розвитком хронічних запальних процесів, неврологічною симптоматикою в області титанового імплантату, сенсibiliзацією організму компонентами, які входять до складу фіксатора [14-17]. Відомі випадки міграції фіксатора в кістковій тканині [18]. Фіксатори рентген проникні, тому не заважають проводити комп'ютерну або магнітно-резонансну томографію і дозволяють чітко візуалізувати післяопераційний вид перелому на рентгенограмах [19]. Хорошою перевагою також є те, що фізико-механічні показники кісткової тканини та полімерного матеріалу зіставні, що забезпечує більш фізіологічний розподіл напружень всередині кістки та не позбавляє її впливу 10 природних механічних навантажень, що є важливим чинником регуляції репаративної регенерації та перебудови кісткової тканини, попереджує остеопороз [20].

Пластини і гвинти для остеосинтезу, які зроблені з біодеградуючих матеріалів, більші за розміром і слабкіші, ніж їх титанові аналоги, вони вимагають джерела нагрівання, щоб полегшити згинання, робочий час обмежений, а також гвинти не саморізні [21]. Використання біодеградуючих полімерних фіксаторів недоцільне при функціонально нестабільних, біомеханічно несприятливих переломах, зокрема у випадках, коли поверхня зламу не забезпечує ретенції фрагментів в заданому положенні, коли зона перелому несе підвищене м'язове навантаження, а на ділянці встановлення фіксатора домінують деформації згину, зсуву і кручення, та у разі, коли анатомічна складність рельєфу кістки не дозволяє адаптувати та фіксувати полімерну пластину [22-25]. Тобто біодеградуючі полімерні фіксатори доцільно використовувати при переломах кісток лицевого черепа в зонах, які не несуть значного навантаження (верхня та середня третини лицевого черепа та окремі ділянки нижньої щелепи), і при біомеханічно сприятливих переломах щелепно-лицевої ділянки в зонах, що зазнають деформацій розтягу – стиску [25]. Особливості застосування біорезорбтивних пластин у різних анатомо-функціональних зонах лицевого черепа досліджені недостатньо, що значною мірою пов'язано із сумнівами щодо їх здатності сприймати функціональні напруження протягом тривалого часу без руйнування та незворотних деформацій [26]. За даними літератури, за рівнем ускладнень полімероостеосинтез не поступається металоостеосинтезу [28].

Мета роботи. Покращити ефективність лікування пацієнтів з відкритими переломами нижньої щелепи з наявністю зуба в щілині перелому та визначити твердість та пружність кісткової тканини.

Матеріали і методи. Обстежено та проліковано 60 пацієнтів. В лікуванні було використано пристрій для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021. Хірургічне лікування відбувалося протягом 6 місяців на базі КМКЛ № 12, ЩЛВ № 2 м. Київ з 01.01.2022 по 01.06.2022.

Серед пацієнтів всіх груп були 40 чоловіків та 20 жінок. Вік пацієнтів складав від 18 до 60 І група. 40 пацієнтів з діагнозом: У 10 пацієнтів односторонній перелом кута нижньої щелепи виявлено (І група). У 20 пацієнтів двосторонній перелом кута нижньої щелепи (ІІ група). У 10 пацієнтів подвійний перелом нижньої щелепи (ІІІ група). Позитивний симптом прямого та не прямого навантаження в ділянках перелому відмічалося у всіх 60 пацієнтів.

Результати. Пацієнти віком від 18 до 60 років серед них чоловіків 40 (67 %), а жінок 20 (33 %), у всіх 60 пацієнтів (100 %) було відмічено зміни конфігурації обличчя у зв'язку посттравматичним набряком в ділянці пошкодження у 25 пацієнтів (41 %).

Односторонній перелом кута нижньої щелепи виявлено у 20 пацієнтів прямого та не прямого навантаження в ділянках перелому відмічалось у всіх 60 пацієнтів. Порушення чутливості шкірних покривів в ділянці нижньої губи та підборіддя було зафіксовано у 60 пацієнтів при поступленні. Проводили також дослідження тактильної та больової чутливості шкірних покривів за допомогою пальпації для виявлення після травматичних ушкоджень.

Пацієнтам було проведено остеосинтез нижньої щелепи використовуючи титанові міні пластини, застосовуючи пристрій для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021, що дозволяє збільшити точність вимірювання за рахунок створення оптимальної механічної конструкції пристрою. Тим самим забезпечити надійну фіксацію пластин та гвинтів, що дозволить здійснити надійну фіксацію та зменшити відсоток після оперативних ускладнень (рис. 1).

Діастаз до операції в ділянці 48 зуба склав до 2 мм., в ділянці 33 зуба до 2,5 мм., а після оперативного втручання на 7 день становив в ділянці 48 зуба 0,3 мм., в ділянці 33 зуба 0,4 мм.

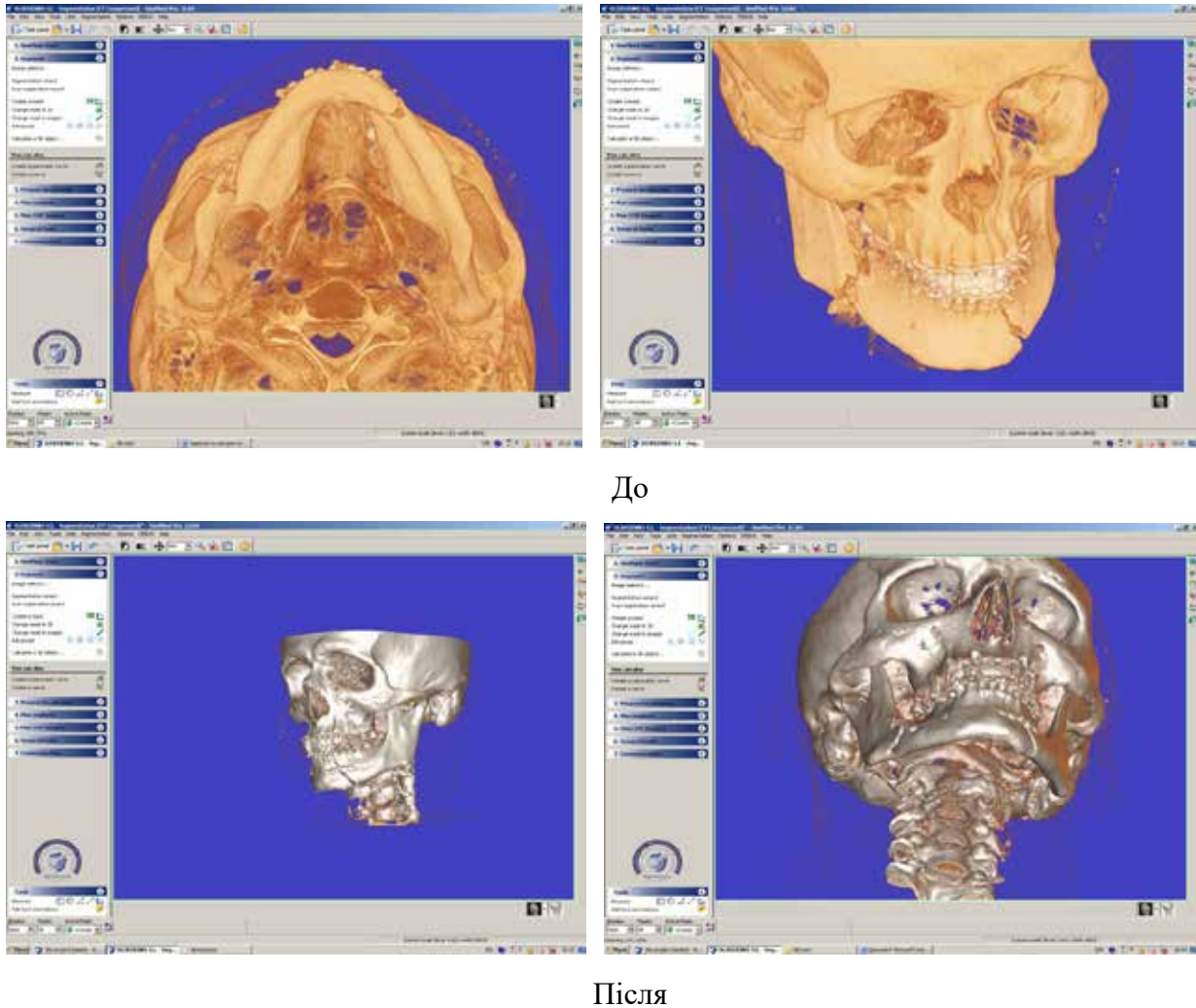


Рис. 1. Фіксація пластин та гвинтів

Однак положення третього моляра та його наявність або присутність зміщення фрагментів в подальшому вирішують тактику лікування. Треті моляри котрі були напів ретинованими або прорізані повністю в площині перелому виконували його видалення в умовах операційної з одномоментним метало остеосинтезом, але при наявності повністю ретинованого третього моляра його видалення проводили тільки коли відмічали зміщення фрагментів нижньої щелепи. Пацієнти котрі поступили з повністю прорізанним третім моляром без зміщення фрагментів проводили консервативне лікування

Фіксація відломків відбувалась завдяки титанових міні пластин або скоби із нікель титана. Перед цим було проведено діагностику щільності кісткової тканини пристроєм для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021, (рис. 2) та вибрано місце встановлення міні пластин та гвинтів.

Завдяки зручній ергономії ручки мали можливість визначити щільність кістки нижньої щелепи в тяжко доступних місцях під час оперативного втручання. В основу було покладено завдання підвищення точності вимірювання твердості кістки шляхом застосування стрижня індентора, який розташований на кінці. Твердість кісткової тканини визначали щільним притисканням пристрою до поверхні кістки. Величина занурення стрижня не залежала від сили притиснення твердоміру до кістки $E=3,9A-450$.

При збереженні зміщення фрагментів після первинної репозиції виконувалось оперативне втручання. Зуби котрі були розташовані в лінії перелому видалялись при поступленні пацієнта за показами. При діагностиці некрозу пульпи зубів в площині перелому виконувалося ендодонтичне їх лікування. За допомогою електродонтодіагностики оцінювалась життєздатність зубів прилягаючих до лінії перелому. Також про-



Рис. 2. Пристрій для визначення механічних параметрів кістки № 150086 від 30.12.2021

водилась оцінка всіх зубів на нижній щелепі при поступленні до шинування та після зняття шин. Використовували шкалу величини току та діагнозу 2-8 мкА – інтактний зуб або поверхневий карієс, 9-20 мкА – карієс, 21-50 мкА – пульпіт, 51-60 мкА – некроз коронкової частини пульпи, 61-80 мкА – некроз кореневої пульпи, 81-199 мкА – періодонтит [7].

Всього було проліковано 60 пацієнтів з 70 переломами котрі проходять через лунку зуба на нижній щелепі. Основна частина обстежених пацієнтів 30 (50%) поступило в перші 2 доби після травми (рис. 3).

При загальному огляді у всіх 60 пацієнтів (100 %) було відмічено конфігурацію обличчя у зв'язку посттравматичного набряку в ділянці пошкодження, гематоми- у 40 пацієнтів (67 %). Позитивний симптом прямої та не прямої навантаження в ділянках перелому відмічалось у всіх 60 пацієнтів. Порушення чутливості шкірних покривів в ділянці нижньої губи та підборіддя було зафіксовано у 20 пацієнтів (33 %) при поступленні. Проводили також дослідження тактильної та больової чутливості шкірних покривів за допомогою медичної голки для виявлення після травматичних ушкоджень. Порушення прикусу при внутрішньо ротовому огляді було виявлено у 50 пацієнтів (83 %), у 35 пацієнтів видимі розриви слизової оболонки (70 %).

Висновки: Використання запропонованого способу дозволяє забезпечити надійну фіксацію пластин та гвинтів, що покращить високу стабілізаційну властивість пластини та зменшить відсоток після оперативних ускладнень. Тим самим підвищується точність вимірювання за рахунок створення оптимальної механічної конструкції пристрою для визначення механічних параметрів кістки. Необхідною умовою раціональних спосо-

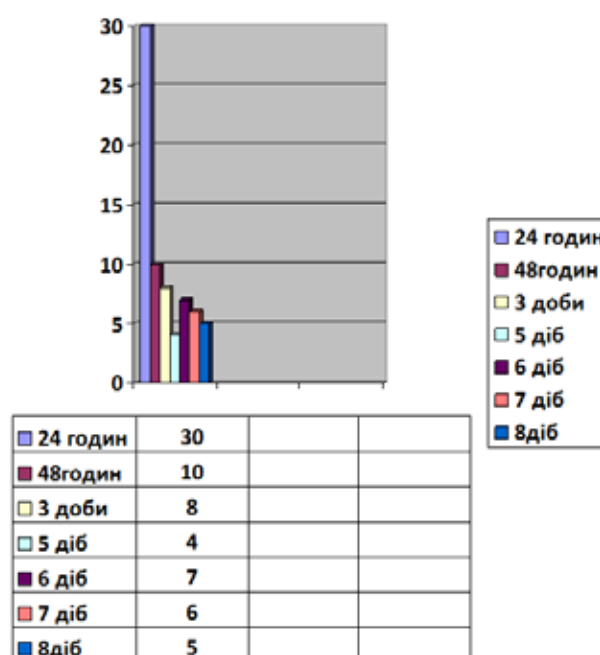


Рис. 3. Термін госпіталізації пацієнтів до КМКЛ № 12 (n=60).

бів остеосинтезу ушкоджених переломами кісткових відламків НЩ є сполучення попередньо механічно напружених біологічних тканин та їх фіксація лікувальним пристроєм.

Якщо зуб залишається в ділянці перелому нижньої щелепи, він використовується, як опора та покращує фіксацію відломків, що в свою чергу зменшує ризик попадання ротової рідини в рану і при цьому відбувається краща консолидація відломків. Ускладнення відбулись у 5 пацієнтах при збереженні зубів в лінії перелому. А саме 2 зубів (48,38), де хід лінії перелому проходить через лунку зуба та 2 зуба (37,47) лінія перелому проходить косо через лунку зуба. Зуби були проліковані ендодонтично після травми без розриву судинно-нервового пучка. Одним з важливих факторів

залишається обробка порожнини рота та санація зубів – це важливі фактори, котрі роблять процес регенерації швидше ран в ЩЛХ. Таким чином рішення про видалення, або збереження зубів в лінії перелому повинно прийматись на основі клінічної картини з розрахунком сучасних досліджень. Після репозиції та іммобілізації уламків нижньої щелепи, необхідно створити умови для процесів репаративного остеогенезу.

Основою успіху є досягнення максимального діастаза кісткової рани та співставлення відломків, що дозволяє в майбутньому зробити максимально природнім прикус і відновити його.

Література:

1. Маланчук В.О., Логвиненко І.П., Маланчук Т.О. та ін. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія: підручник (у 2 томах). ЛОГОС, Київ, 2011. 606 с.
2. Алавердов В.П. Применение конструкций из биорезорбируемых материалов для фиксации костных фрагментов в челюстно-лицевой хирургии (клинико-экспериментальное исследование). дис. канд. мед. наук. Москва, 2005. 103 с.
3. Hallab N., Merritt K., Jacobs J.J. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2001. № 83-A(3). P. 428–436.
4. Patterson S.P., Daffner R.H., Gallo R.A. Electrochemical corrosion of metal implants. *Am. J. Roentgenol.*, 2005. № 184(4). P. 1219–1222.
7. Музиченко П.Ф. Проблеми біоматеріалознавства в травматології та ортопедії. *Травма.* 2012. № 1. С. 94–98.
8. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М.Е. Мюллер, М.Е. Алльговер, Р. Шнейдер и др. М.: Ad Margimen, 1996. 144 с. 41
9. Geeta Singh, Shadab Mohammad, Chak R. K., Norden Lepcha, Nimisha Singh, Laxman R. Malkunje Bio-Resorbable Plates as Effective Implant in Paediatric Mandibular Fracture *J. Maxillofac. Oral Surg.* 2012. № 11(4). P. 400–406.
10. Senel F.C., Tekin U.S., Imamoglu M. Treatment of mandibular fracture with biodegradable plate in an infant: report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006. № 101(4). P. 448–450
11. Saikrishna D., Nimish Gupta. Comparison of circummandibular wiring with resorbable bone plates in pediatric mandibular fractures *J. Maxillofac. Oral Surg.* 2010. № 9(2). P. 116–118
12. El-Saadany W.H., Sadakah A.A., Hussein M.M., Saad K.A. Evaluation of using ultrasound welding process of biodegradable plates for fixation of pediatric mandibular fractures. *Tanta Dental Journal.* 2015. № 12. P.22eS29.
13. Дудко О.Г. Остеосинтез переломів кісток полімерними конструкціями, що розсмоктовуються (огляд літератури). *Вісник ортопедії, травматології та протезування.* 2011. № 1. С. 80–85.
14. Грищанов А.И., Станциц Ю.Ф. О коррозии металлических конструкций и металлозов тканей при лечении переломов костей. *Вестник хирургии.* 1977. № 2. С. 105–109.
15. Ikarashi Y., Momma J., Tsuchiya T., Nakamura A. Evaluation of skin sensitization potential of nickel, chromium, titanium and zirconium salts using guinea pigs and mice. *Biomaterials.* 1996. Vol. 17. P. 2103–2108.
16. Lee H.B., Oh J.S., Kim S.G., Kim H.K., Moon S.Y., Kim Y.K., et al. Comparison of Titanium and Biodegradable Miniplates for Fixation of Mandibular Fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010. № 68. P. 2065-9.
17. Алавердов В.П. Применение конструкций из биорезорбируемых материалов для фиксации костных фрагментов в челюстно-лицевой хирургии (клинико-экспериментальное исследование). автореферат дис. на соискание ученой степени к. мед. н. спец. 14.00.21 Москва, 2005. 25 с.
18. Yu J.C., Bartlett S.P., Goldberg D.S., Gannon F., Hunter J., Habecker P., Whitaker L.A. An experimental study of the effects of craniofacial growth on the long-term positional stability of microfixation. *The Journal of craniofacial surgery.* 1996. № 7(1). P. 64-68.
19. Wood G.D. Inion biodegradable plates: The first century. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2006. № 44. P. 38-41.
20. Маланчук В.О., Астапенко О.О., Копчак А.В. Особливості застосування біорезорбтивних фіксаторів при переломах лицевого черепа в різних анатомо-функціональних зонах. наукові дискусії. Український медичний часопис. 2013. 5(97) – IX/X. С. 156-159.
21. Bell B.R., Kindsfater C.S. The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006. № 64. P. 31-9.
22. Buijs G.J., van der Houwen E.B., Stegenga B., Bos R.R., Verkerke G.J. Mechanical strength and stiffness of biodegradable and titanium osteofixation systems. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2007. № 65(11). P. 2148-2158.
23. Bostman O.M., Pihlajamaki H.K. Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. *Clinical orthopaedics and related research.* 2000. №(371). P. 216-227.
24. Sedhain B.P., Jia Y.L., Yang P., Han C.H. Comparison of Biodegradable And Titanium Screw Plates In Mandible Fracture. *Journal of Nepal Dental Association.* 2013. Vol. 13. № 2. P. 54-61.
25. Bell B.R., Kindsfater C.S. The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006. № 64. P. 31-9.
26. Ferretti C., Reyneke J.P. Mandibular, sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: A prospective, comparative study of postoperative

stability. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2002. № 93(5). P. 534-537.

27. Wittwer G., Adeyemo W.L., Yerit K., Voracek M., Turhani D., Watzinger F., Enislidis G. Complications after zygoma fracture fixation: is there a difference between biodegradable materials and how do they compare with titanium osteosynthesis? Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 2006. № 101(4). P. 419-425.

References:

1. Malanchuk, V.O., Logvynenko, I.P., Malanchuk, T.O. & ta in. (2011) Hirurgichna stomatologija ta shhelepno-lyceva hirurgija: pidruchnyk (u 2 tomah [Surgical dentistry and maxillofacial surgery: textbook (in 2 volumes)]. LOGOS, Kyi'v [In Ukrainian].

2. Alaverdov V.P. (2005) Primenenie konstrukcij iz biorezorbiruemih materialov dlja fiksacii kostnyh fragmentov v cheljstno-licevoj hirurgii (kliniko-jeksperimental'noe issledovanie) [Application of structures made of bioresorbable materials for fixation of bone fragments in maxillofacial surgery (clinical and experimental study)]. *Candidate's thesis*. Moskva [in Russian].

3. Hallab, N., Merritt, K., & Jacobs, J.J. (2001). Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J. Bone Joint Surg. Am.* 83-A(3). 428–436.

4. Patterson S.P., Daffner R.H., & Gallo R.A. (2005). Electrochemical corrosion of metal implants. *Am. J. Roentgenol*, 184(4). 1219–1222.

7. Muzychenko P.F. (2012). Problemy biomaterialovedennja v travmatologii' ta ortopedii' [Problems of biomaterial Science in Traumatology and orthopedics]. *Travma – Injury*, 1, 94–98 [In Ukrainian].

8. Mjuller M.E., All'gover M.E., Shnejder R. & i dr. (1996). *Rukovodstvo po vnutrennemu osteosintezu [Guide to internal osteosynthesis]*. M.: Ad Margimen [in Russian].

9. Geeta Singh, Shadab Mohammad, Chak, R. K., Norden Lepcha, Nimisha Singh, & Laxman R. (2012). Malkunje Bio-Resorbable Plates as Effective Implant in Paediatric Mandibular Fracture *J. Maxillofac. Oral Surg*, 11(4), 400–406.

10. Senel, F.C., Tekin, U.S., & Imamoglu, M. (2006). Treatment of mandibular fracture with biodegradable plate in an infant: report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 101(4), 448–450

11. Saikrishna D., & Nimish Gupta (2010). Comparison of circummandibular wiring with resorbable bone plates in pediatric mandibular fractures *J. Maxillofac. Oral Surg*, 9(2), 116–118.

12. El-Saadany, W.H., Sadakah, A.A., Hussein, M.M., & Saad, K.A. (2015). Evaluation of using ultrasound welding process of biodegradable plates for fixation of pediatric mandibular fractures. *Tanta Dental Journal*, 12, 22eS29.

13. Dudko, O.G. (2011). Osteosyntezy perelomiv kistok polimernymy konstrukcijamy, shho rozsmoktjujutsja (ogljad literatury) [Osteosynthesis of bone fractures by absorbable polymer structures (literature review)]. *Visnyk ortopedii', travmatologii' ta protezuvannja – Bulletin of orthopedics, Traumatology and prosthetics*, 1, 80–85 [In Ukrainian].

14. Gricanov, A.I., & Stanchic, Ju.F. О коррозии металлических конструкций и металлозов тканей при лечении переломов костей. *Вестник хирургии*. 1977. № 2. С. 105–109 [in Russian].

15. Ikarashi Y., Momma J., Tsuchiya T., & Nakamura A. Evaluation of skin sensitization potential of nickel, chromium, titanium and zirconium salts using guinea pigs and mice. *Biomaterials*. 1996. Vol. 17. P. 2103–2108.

16. Lee H.B., Oh J.S., Kim S.G., Kim H.K., Moon S.Y., Kim Y.K., & et al. Comparison of Titanium and Biodegradable Miniplates for Fixation of Mandibular Fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010. № 68. P. 2065-9.

17. Алавердов В.П. Применение конструкций из биорезорбируемых материалов для фиксации костных фрагментов в челюстно-лицевой хирургии (клинико-экспериментальное исследование). автореферат дис. на соискание ученой степени к. мед. н. спец. 14.00.21 Москва, 2005. 25 с.

18. Yu J.C., Bartlett S.P., Goldberg D.S., Gannon F., Hunter J., Habecker P., & Whitaker L.A. An experimental study of the effects of craniofacial growth on the long-term positional stability of microfixation. *The Journal of craniofacial surgery*. 1996. № 7(1). P. 64-68.

19. Wood G.D. Inion biodegradable plates: The first century. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2006. № 44. P. 38-41.

20. Malanchuk V.O., Astapenko O.O., & Kopchak A.V. (2013). Osoblyvosti zastosuvannja biorezorbtyvnyh fiksatoriv pry perelomah lycevogogo cherepu v riznyh anatomo-funkcional'nyh zonah. naukovy diskusii' [Features of the use of bioresorbptive retainers for fractures of the facial skull in various anatomical and functional areas. scientific discussions]. *Ukrain's'kyj medychnyj chasopys – Ukrainian medical journal*, 5(97) – IX/X, 156-159 [In Ukrainian].

21. Bell, B.R., & Kindfater, C.S. (2006). The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg*, 64, 31-9.

22. Buijs, G.J., van der Houwen, E.B., Stegenga, B., Bos, R.R., & Verkerke, G.J. (2007). Mechanical strength and stiffness of biodegradable and titanium osteofixation systems. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 65(11), 2148-2158.

23. Bostman, O.M., & Pihlajamaki, H.K. (2000) Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. *Clinical orthopaedics and related research*, (371), 216-227.

24. Sedhain, B.P., Jia, Y.L., Yang, P., & Han, C.H. (2013). Comparison of Biodegradable And Titanium

ScrewPlates In Mandible Fracture. *Journal of Nepal Dental Association*, 13,2, 54-61.

25. Bell, B.R., & Kindsfater, C.S. (2006). The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *J Oral Maxillofac Surg*, 64, 31-9.

26. Ferretti, C., & Reyneke, J.P. (2002). Mandibular, sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: A prospective, comparative study of postoperative stability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral*

Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 93(5), 534-537.

27. Wittwer, G., Adeyemo, W.L., Yerit, K., Voracek, M., Turhani, D., Watzinger, F., & Enislidis, G. (2006). Complications after zygoma fracture fixation: is there a difference between biodegradable materials and how do they compare with titanium osteosynthesis? *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 101(4), 419-425.