

## ХІРУРГІЯ

УДК 617.527:616.716.4]-0.89.84-089.168-035-092.6

*А.В. Копчак**Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ***ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОСТЕОСИНТЕЗУ  
ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ НА ДІЛЯНЦІ ПІДБОРІДДЯ  
(КЛІНІКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ)**

Проведено порівняльну оцінку різних способів фіксації уламків нижньої щелепи при переломах у ділянці підборіддя, що базувалася на результатах імітаційного комп'ютерного моделювання і вивченні клінічної ефективності 56 операцій остеосинтезу. Модельний експеримент було проведено на тривимірній кінцево-елементній моделі з відтвореним переломом симфізу нижньої щелепи, що був закріплений з використанням різних технік фіксації. Встановлено, що фіксація перелому однією пластиною не забезпечувала необхідної жорсткості і надійності системи за будь-яких варіантів її розташування. Фіксація двома пластинами або фіксатором у формі прямокутної рамки була достатньою для адекватного сприйняття і перерозподілу навантажень, що відповідали переживуванню м'якої їжі. Застосування однієї пластини доцільно при біомеханічно-сприятливих лінійних переломах нижньої щелепи лише в поєднанні з її шинуванням. При косих переломах і окремих типах уламкових переломів в умовах раннього функціонального навантаження найкращі результати забезпечувало встановлення двох мініпластин, а при багатоуламкових переломах і переломах з дефектом кістки виникала необхідність встановлення пластини збільшеної жорсткості на ділянці нижнього краю щелепи і додаткових фіксаторів у зоні альвеолярного відростка. Важливим чинником, що впливав на ефективність остеосинтезу, була міжфрагментарна компресія, яка збільшувала стабільність системи та в окремих випадках дозволяла зменшити кількість і розміри елементів фіксації.

**Ключові слова:** *нижня щелепа, підборіддя, остеосинтез, внутрішня фіксація, комп'ютерне моделювання.*

Ділянка підборіддя, розташована посередині тіла нижньої щелепи (від 33 до 43 зуба), характеризується рядом анатомічних особливостей, що сформувалися в процесі еволюції та відрізняють нижню щелепу людини від щелеп тварин. Виникнення підборіддя в процесі філогенезу пов'язують із розвитком апарату мови, редукацією альвеолярного паростка та активністю м'язів. При змиканні зубів і відкушуванні їжі ділянка підборіддя зазнає менших навантажень порівняно із контрфорсами нижньої щелепи, утім, її напружено-деформований стан є дуже складним: за наявності всіх видів деформацій тут домінують кручення і зсуви в різних площинах. Вид напружено-деформованого стану в різних фазах жуваального циклу та при

різних варіантах змикання зубів суттєво різниться, що визначає менший ступінь механічної анізотропії, притаманний кістковій тканині підборіддя, порівняно із іншими ділянками нижньої щелепи [1, 2].

Згідно з результатами епідеміологічних досліджень, переломи підборіддя становлять 17–25 % усіх переломів нижньої щелепи. Вони частіше виникають внаслідок прямої дії травмуючого агента і нерідко поєднуються з переломами на ділянці кута, виросткового відростка тощо [3–5]. На відміну від переломів інших локалізацій операційний доступ (переважно внутрішньоротовий), візуалізація кісткових структур, проведення репозиції та встановлення фіксатора при переломах підборіддя є технічно простішим. Водночас

© А.В. Копчак, 2014

надійне закріплення уламків залишається проблематичним навіть при застосуванні сучасних методів внутрішньої фіксації [2, 5, 6].

Для лікування переломів підборіддя до 80-х рр. минулого століття застосовували переважно шинування щелеп із міжщелепною фіксацією на період від 3 до 6 тижнів або встановлювали позаротові апарати [2, 3]. Втім за останні 3 десятиліття в лікуванні даного виду травми значного поширення набули методи відкритої репозиції та функціонально-стабільної внутрішньої фіксації (переважно із застосуванням титанових пластин), що дозволяли покращити найближчі та віддалені результати лікування хворих, а також суттєво зменшити його тривалість [4, 6, 7].

Використання жорстких компресійних і реконструктивних пластин з бікортикальною фіксацією, які встановлювали на ділянці нижнього краю нижньої щелепи для лікування її травматичних ушкоджень, було запропоновано Spiessel і Schroll в 1972 р. Недоліки цього підходу полягали в необхідності застосування травматичного позаротового доступу, недостатньому урахуванні природної кривизни та умов навантаження нижньої щелепи, внаслідок чого виникали розходження уламків у ділянці її верхнього краю та внутрішньої поверхні, що супроводжувалися порушеннями прикусу різного ступеня вираженості [2, 8].

Принципово інша концепція остеосинтезу нижньої щелепи була запропонована Michelet et Lodde, а потім обґрунтована та розвинена в роботах M. Champy і вчених страсбурзької групи (SORG) [7, 9]. Вона передбачала застосування мініпластин товщиною до 1 мм з монокортикальною фіксацією без будь-якої міжфрагментарної компресії. На ділянці підборіддя, за даними M. Champy, для компенсації тангенціальних напружень (ротації, зсуви) необхідно застосовувати дві мініпластини, одну з яких розташовують безпосередньо під верхівками коренів зубів, іншу – на ділянці нижнього краю щелепи. Таке розташування пластин, на думку M. Champy, дозволяло повністю відмовитися від міжщелепної фіксації, однак досвід, накопичений за минулі десятиліття, засвідчив, що застосування моночи двощелепного шинування в післяопераційному періоді є доцільним у значній кількості прооперованих хворих [7]. В роботі H. Saluja [6] було показано, що шинування нижньої щелепи в післяопераційному періоді дозволяє відмовитися від застосування однієї з двох накісткових пластин, а саме верхньої,

розташованої безпосередньо під коренями зубів, що зменшує ризик їх травмування під час встановлення фіксуючих шурупів [6].

На сьогодні для лікування переломів підборіддя застосовують також *x*-подібні пластини, стягуючі гвинти (lag screw), 3-D пластини (сітчасті пластини прямокутної форми, більш стійкі до зсувів і ротаційних деформацій) [4, 7, 10]. Кожен з цих методів характеризується певними перевагами і недоліками, які окреслюють границі їх застосування. Визначення оптимального типу фіксатора при різних типах переломів підборіддя при цьому потребує проведення порівняльного аналізу і ґрунтовної біомеханічної оцінки існуючих способів фіксації.

Мета дослідження – провести порівняльну оцінку різних способів остеосинтезу нижньої щелепи на ділянці підборіддя, використовуючи методи імітаційного комп'ютерного моделювання, й вивчити їхню клінічну ефективність.

**Матеріал і методи.** Для вивчення біомеханічної поведінки систем «фіксатор–кістка» та проведення порівняльної оцінки різних систем фіксації було створено віртуальну тривимірну кінцево-елементну модель нижньої щелепи із переломом на ділянці підборіддя. Побудову моделі здійснювали за даними томографічного дослідження кісток лицьового черепа пацієнта Л., 29 років, з нормально сформованою, неушкодженою нижньою щелепою. Модель будували за ключовими точками, координати яких було перенесено в програмне середовище ANSYS 5.7. Ці точки було з'єднано лініями, за якими побудовано криволінійні площини і об'єми, що відповідали губчастому і кортикальному шару кістки. Зуби і пародонт в моделі не відтворювали.

Досліджували різні варіанти фіксації уламків із застосуванням титанових мініпластин. В якості прототипу було обрано пластини і фіксуючі шурупи системи KLS Martin (2,0 mm mini system), що широко застосовують в клінічній практиці. Для описання контактної задачі на ділянці щілини перелому в моделі було відтворено умови, в яких контакт кінців уламків при деформуванні не виникав (фіксація з діастазом). У цій ситуації, що є несприятливою з біомеханічної точки зору, поведінка системи визначалася головним чином характеристиками фіксатора. В моделях відтворювали такі способи фіксації уламків: 1) прямою мініпластиною з чотирма

отворами, розташованою вздовж нижнього краю нижньої щелепи; 2) прямою мініпластиною з чотирма отворами, фіксованою біля основи альвеолярного паростка нижньої щелепи; 3) двома мініпластинами, розташованими монопланарно на зовнішній поверхні нижньої щелепи, 4) фіксатором у формі прямокутної рамки з вісьмома отворами.

В усіх моделях було відтворено умови передньої оклюзії з силою прикусу 100 Н (пережовування м'якої їжі), яку прикладали симетрично по обидва боки від щілини перелому та асиметрично з одного боку від щілини перелому. При відтворенні умов функціонального навантаження активними вважали лише м'язи, що підіймають нижню щелепу. Напрямок їх дії та співвідношення сили скорочення задавали, враховуючи просторову орієнтацію м'язів і площу їхнього поперечного перетину, визначену за даними КТ [1].

Механічні властивості кортикального і губчастого шару задавали в межах експериментально визначеного фізіологічного діапазону пружних фізико-механічних властивостей кісткової тканини нижньої щелепи [2]. Механічні властивості елементів фіксації, виготовлених з титану марки ASTM F 67, DIN 17 850, задавали за даними відповідних стандартів [11]. Для формування об'ємної твердотільної сітки було обрано 10-вузловий тетраедричний елемент з квадратичною апроксимацією функцій SOLID 187. Після тестування моделі та перевірки кінцево-елементної сітки на наявність дефектів проводили розрахунок напружено-деформованого стану щелепи. Оцінювали розподіл головних напружень, еквівалентних напружень за Мізесом, а також компонент тензора напружень (нормальних і дотичних), що діють в різних площинах і на поверхні щелепи. Крім того, визначали величину деформацій і лінійних переміщень вузлів моделі [1, 12]. Розрахунки за основними досліджуваними параметрами порівнювали з параметрами контрольної моделі інтактної нижньої щелепи.

Клінічні дослідження базувались на вивченні найближчих і віддалених результатів 56 хірургічних втручань, виконаних у 54 хворих з переломами нижньої щелепи, локалізованими на ділянці підборіддя. Ізольовані переломи були у 26 % хворих; подвійні та потрійні переломи, що поєднувались із переломами гілки, тіла та кута нижньої щелепи з протилежного боку, – у 74 % хворих, причому в 61 % випадків остеосинтез

підборіддя поєднувався із остеосинтезом нижньої щелепи на інших ділянках. Біомеханічно-сприятливі лінійні переломи, що проходили перпендикулярно вісі щелепи, було виявлено у 35,7 % хворих, в інших випадках відзначали косі переломи (34 %), уламкові (16 %) та переломи з дефектом кістки (14,3 %), які вважали біомеханічно-несприятливими.

Для фіксації уламків у 37,5 % випадків використовували одну титанову мініпластину лінійної форми, розташовану нижче верхівок коренів зубів або в ділянці нижнього краю щелепи (рис. 1, а). У 32 % хворих для фіксації уламків було застосовано дві пластини або комбінацію накісткової мініпластини і дротяного шва кістки (рис. 1, б, в). Сітчасті фіксатори або фіксатори у формі прямокутної рамки було застосовано у 14 % випадків, х-подібні пластини – у 5 % (рис. 1, г), реконструктивні пластини (або пластини підвищеної жорсткості) в поєднанні з мініпластинами або дротяним швом кістки – в 5 % (лише при уламкових переломах і переломах з дефектом кістки), крім того, у 7 % хворих з наявними травматичними дефектами кісткової тканини було застосовано методики заміщення дефекту кістковим аутотрансплантатом на живлячій м'язовій ніжці або ауто-трансплантатами з віддалених анатомічних ділянок.

У всіх хворих за результатами клінічного дослідження й контрольної рентгенографії було вивчено найближчі та віддалені результати лікування. Враховували частоту ускладнень, що виникали під час операції та в післяопераційному періоді. Іншим критерієм, що застосовували для оцінки ефективності проведених хірургічних втручань, була точність відновлення анатомічної форми і надійність закріплення уламків, яку виражали в балах згідно з розробленою нами оціночною шкалою, де 5 балів – анатомічно точне співставлення уламків без виникнення будь-яких вторинних зміщень у післяопераційному періоді; 4 бали – співставлення уламків із зміщенням, що не перевищувало 2 мм; 3 бали – наявність залишкового зміщення, більшого за 2 мм, при збереженні множинного контакту жувальних поверхонь зубів; 2 бали – неточне співставлення уламків або вторинні зміщення, що супроводжувалось змінами прикусу, вивихом чи підвивихом голівки скронево-нижньощелепного суглоба, 1 бал – дезінтеграція і руйнування системи «фіксатор – кістка» в післяопераційному періоді з наступним зміщенням уламків у вихідне положення.

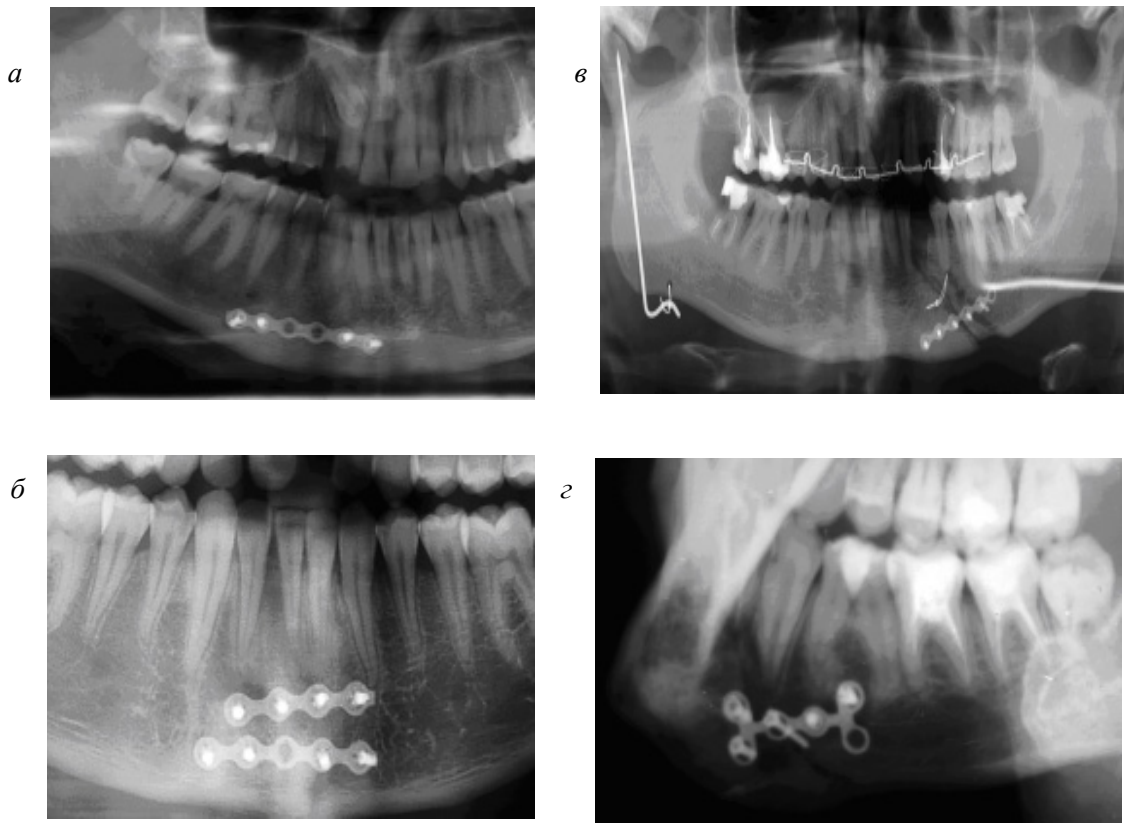


Рис. 1. Остеосинтез нижньої щелепи на ділянці підборіддя із використанням однієї мініпластини лінійної форми (а), двох мініпластин (б), комбінації мініпластини і дротяного шва кістки (в) та х-подібної пластини (з)

**Результати та їх обговорення.** Згідно з результатами модельних розрахунків, за умови симетричного навантаження нижньої щелепи в зоні її серединного перелому домінували деформації крутіння і згину у фронтальній площині, виникало розходження уламків на ділянці нижнього краю та його зміщення назовні. На ділянці верхнього краю уламки зближувались і зміщувались досередини (рис. 2). В елементах фіксації та в кістковій тканині навколо них відбувалася концентрація напружень (до 20–45 МПа), втім їх абсолютна величина в умовах пережовування м'якої їжі не перевищувала гранично допустимих значень для кортикальної кістки, визначених експериментально на рівні від 55 МПа (кістка із вираженими посттравматичними змінами) до 100 МПа (інтактна кортикальна кістка) [1, 11]. При асиметричному навантаженні розподіл напружень і деформацій ставав менш рівномірним, їхня величина у фіксаторі та в кістковій тканині на стороні жування збільшувалась, змінювався вид НДС щелепи – величина зсуву уламків

В умовах симетричного навантаження незалежно від застосованого способу фіксації

максимальне розходження уламків відмічали на ділянці нижнього краю нижньої щелепи з її внутрішнього боку. Воно було найбільшим при встановленні однієї пластини, розташованої біля основи альвеолярного паростка. При зміщенні пластини в зону нижнього краю щелепи система виявляла більшу здатність протидіяти цьому типу деформації. Однак при зміні умов навантаження (асиметричне прикладання сили з одного боку від щілини перелому) її застосування було пов'язано із значним зміщенням уламків на ділянці верхнього краю нижньої щелепи, що супроводжувалося порушенням прикусу, а напруження навколо найближчого до щілини перелому шурупа зростало до 67 МПа. Тому в умовах циклічного жувального навантаження із постійною зміною виду напружено-деформованого стану на ділянці підборіддя фіксація однією пластиною виявлялася недоцільною незалежно від того, де вона розташовувалася. Найбільша стабільність і міцність системи забезпечувалась двома пластинами, втім за умови асиметричного навантаження і відсутності міжфрагментарного контакту її величина була достатньою лише для пережовування

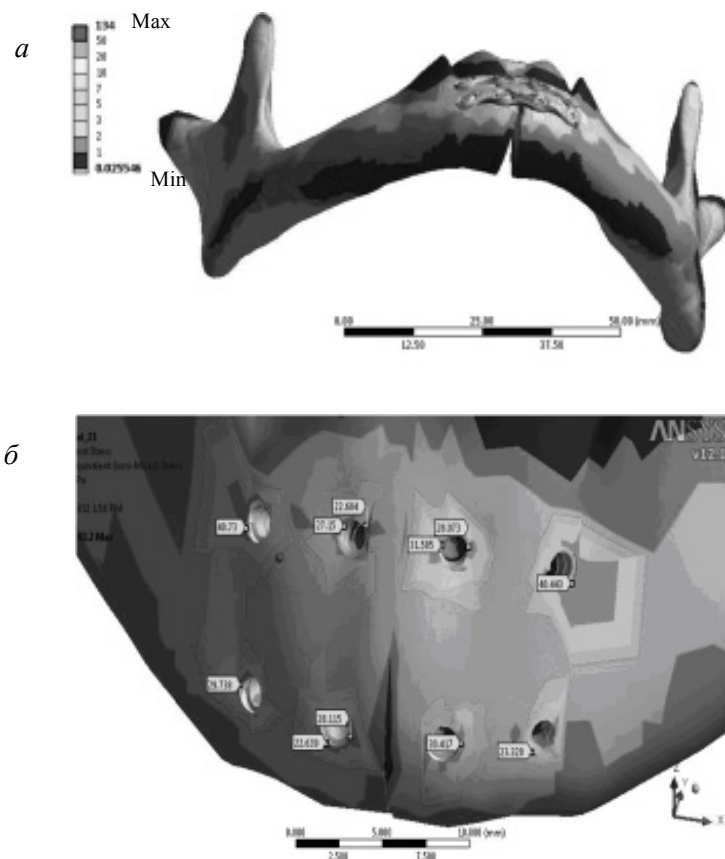


Рис. 2. Розподіл еквівалентних напружень за Мізесом у системі «фіксатор – кістка» при остеосинтезі підборіддя двома пластинами в умовах симетричного жувального навантаження (сила прикусу 100 Н):

*a* – загальний вигляд (деформація системи масштабно збільшена в 17 разів);  
*б* – напруження в кістковій тканині нижньої щелепи. Пластини і шурупи не показані

м'якої їжі. Застосування пластины у формі прямокутної рамки у відтворених умовах навантаження майже не поступалося фіксації двома пластинами за всіма основними контрольованими параметрами.

Клінічні дослідження ефективності остеосинтезу на ділянці підборіддя засвідчили, що точність співставлення уламків у більшості випадків була задовільною і в середньому становила  $(4,0 \pm 0,9)$  бала. Результати в 3 і менше балів відзначали у 23 % постраждалих. Неточне співставлення уламків у цих випадках супроводжувалося порушеннями прикусу і зміною форми підборіддя, що негативно позначалося на зовнішності хворого і суттєво впливало на якість життя, навіть за відсутності виразних функціональних порушень.

При біомеханічно-сприятливих лінійних переломах найближчі результати лікування були найкращими: точність співставлення уламків у середньому складала  $(4,37 \pm 0,70)$  бала, при косих переломах вона знижувалась – до  $(4,1 \pm 0,7)$  бала, при уламкових переломах до  $(4,0 \pm 0,9)$  бала, а при переломах

з дефектом кістки – до  $(3,1 \pm 1,0)$  бала. Незадовільні результати лікування частіше виникали при подвійних і потрійних переломах нижньої щелепи, де інтегральний результат операції залежав від точності співставлення уламків на всіх анатомічних ділянках. При фіксації перелому на ділянці гілки чи кута нижньої щелепи в неправильному положенні точно репонувати перелом підборіддя було складно або неможливо.

Середня тривалість хірургічних втручань серед досліджених хворих склала  $(53 \pm 18)$  хв. Вибір способу фіксації в конкретній клінічній ситуації залежав переважно від типу перелому, хоча і зазнавав певного впливу низки суб'єктивних чинників. Уламки фіксували однією титановою мініпластиною лінійної форми лише при біомеханічно-сприятливих лінійних переломах, що проходили перпендикулярно вісі нижньої щелепи, та косих переломах. У 70 % хворих цієї групи додатково застосовували моно- чи двощелепне шинування для компенсації ротаційних моментів. Такий підхід демонстрував добрі

результати – в середньому (4,2±0,7) бала. Результати в 3 і менше балів виникали лише за наявності несприятливих косих переломів.

Ефективність фіксації з використанням двох пластин (рис. 3, а) в середньому склала (4,1±0,87) бала. Зважаючи на те, що 60 % випадків у цій серії становили біомеханічно-несприятливі переломи (косі, уламкові та з дефектом), цей показник вважали прийнятним. Незадовільні результати лікування (менше 3 балів) при застосуванні даної методики спостерігали при важких багатоуламкових переломах, їх причиною була недостатня жорсткість мініпластин і неможливість точно репонувати й зафіксувати численні дрібні уламки, особливо з внутрішнього боку щелепи або на ділянці її нижнього краю.

Єдиним способом остеосинтезу, що забезпечував задовільні результати лікування багатоуламкових переломів підборіддя та переломів з дефектом кістки, було встановлення жорстких реконструктивних пластин в поєднанні із мініпластинами чи дротяним швом кістки. В цих випадках система фіксації дозволяла утримати уламки в заданому положенні, а інтегральний результат операції визначався точністю їхньої репозиції та ефективністю профілактики гнійно-запальних ускладнень в післяопераційному періоді.

Застосування х-подібних пластин продемонструвало їхню меншу ефективність порівняно з традиційними пластинами (в середньому 3,75 бала), пов'язану із недостатньою жорсткістю на кручення і зсув, що дозволяло рекомендувати їх лише в якості додаткового фіксатора при багатоуламкових переломах підборіддя.

Застосування сітчастих фіксаторів і пластин у формі прямокутної рамки (рис. 3, б)

характеризувалось низькою ефективністю та не відповідало теоретичним очікуванням, оснований на результатах модельних експериментів, найближчі результати операцій становили в середньому (3,25±1,4) бала. Це пояснювалось високою інвазивністю і технічною складністю цього способу фіксації та значною кількістю помилок, яких припустились хірурги при його застосуванні.

Для покращення локальних біомеханічних умов у 20 % хворих перед фіксацією уламків пластиною застосовували міжфрагментарну компресію. Для цього використовували розроблений нами пристрій для дозованої компресії [13]. Ефективність остеосинтезу в цих випадках була вірогідно вищою, ніж за відсутності міжфрагментарної компресії (у середньому 4,7 бала проти 3,9;  $p < 0,05$ ).

У 4 пацієнтів (7 %) із переломами з дефектом кісткової тканини було застосовано методику заміщення дефекту кістковим ауто-трансплантатом на живлячій м'язовій ніжці або ауто-трансплантатами з віддалених анатомічних ділянок. При цьому локальні біомеханічні умови суттєво змінювалися, відновлювався контакт кісткових фрагментів, створювались умови до безпосереднього сприйняття навантаження кістковою тканиною уламків, що дозволяло ефективно використовувати фіксатори меншої жорсткості і менш інвазивні способи остеосинтезу.

Аналіз інфекційних гнійно-запальних ускладнень, що виникли під час операції, в ранньому та пізньому післяопераційному періоді засвідчив, що їх частота складала 17,5 % і вірогідно не залежала від застосованого способу фіксації. У переважній більшості випадків (90 %) інфікування зони перелому супроводжувалось розкитанням і

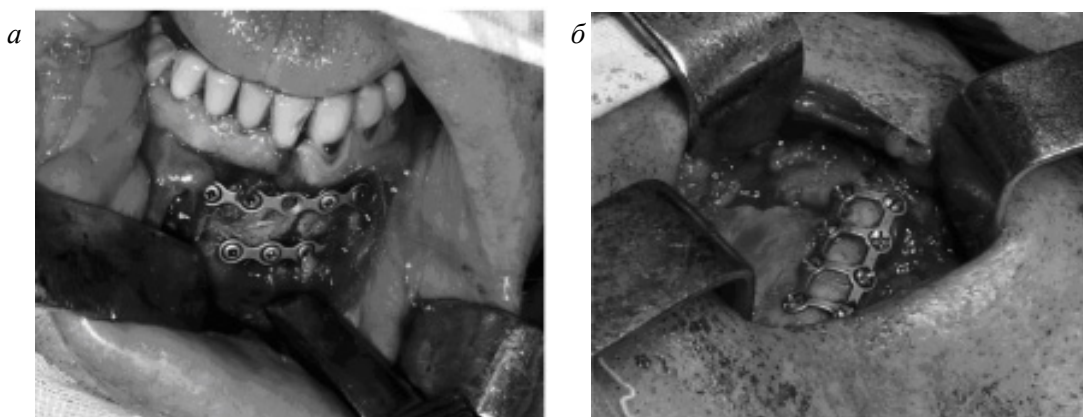


Рис. 3. Остеосинтез нижньої щелепи на ділянці підборіддя із застосуванням двох прямих накісткових мініпластин (а) і фіксаторів у формі прямокутної рамки (б)

випадінням шурупів, експозицією пластин, вторинними зміщеннями і потребою проведення реоперацій і видалення фіксаторів.

### Висновки

Розглянуті способи остеосинтезу при переломах підборіддя мають свої показання і границі застосування та здебільшого не становлять альтернативи один одному. Застосування однієї пластини в поєднанні з шинуванням зубів нижньої щелепи є доцільним лише при її біомеханічно-сприятливих переломах. При косих переломах і окремих типах уламкових переломів, в умовах ран-

нього функціонального навантаження доцільно застосовувати 2 пластини, а при багатуламкових переломах і переломах з дефектом кістки необхідно встановлювати пластини збільшеної жорсткості на ділянці нижнього краю щелепи і додаткові фіксатори (прямі, х-подібні пластини та дротяні шви кістки) в зоні альвеолярного відростка. Важливим чинником, що впливає на ефективність остеосинтезу на ділянці підборіддя, є міжфрагментарна компресія, яка збільшує стабільність системи, а в окремих випадках дозволяє зменшити кількість і розміри елементів фіксації.

### Список літератури

1. *Маланчук В.О.* Імітаційне комп'ютерне моделювання в щелепно-лицевій хірургії / В.О. Маланчук, М.Г. Кришук, А.В.Копчак. – К.: ВД «Асканія», 2013. – 231 с.
2. Maxillofacial trauma and esthetic facial reconstruction / [ed. by P.W. Booth, B.L. Eppley, R. Schmelzeisen. – New York: Churchill Livingstone, 2003. – 662 p.
3. Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія: У 2 т. / В.О. Маланчук, І.П. Логвіненко, Т.О. Маланчук [та ін.]. – К: ЛОГОС, 2011. – Т. 2. – 606 с.
4. *Elis E.* Is lag screw fixation superior to plate fixation to treat fractures of the mandibular symphysis? / E. Elis // J. Oral Maxillofac. Surg. – 2012. – Vol. 70 (4). – P. 875–882.
5. *Ellis E.* 3rd. Open reduction and internal fixation of combined angle and body/symphysis fractures of the mandible: how much fixation is enough? / E. Ellis 3rd // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2013. – Vol. 71. – P. 726–733.
6. *Saluja H.* A comparative evaluation of different treatment modalities for parasymphysis fractures: a pilot study / H. Saluja, Y. Kini, U. Mahindra [et al.] // Int. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2012. – Vol. 41. – № 8. – P. 906–911.
7. *Harle F.* Atlas of Craniomaxillofacial Osteosynthesis. Miniplates, Mucroplates, and Screws / F. Harle, M. Champy, B. Terry. – Stuttgart, New York: Thieme. – 1999. – 182 p.
8. *Zachariades N.* Complications of treatment of mandibular fractures with compression plates / N. Zachariades, I. Papademetriou // Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol. Endod. – 1995. – Vol. 79. – № 2. – P. 150–153.
9. *Champy M.* Etude des contraintes dans la mandibule fracture chez l'homme / M. Champy, J.P. Lodde // Rev. Stomatol. – 1977. – Vol. 78. – P. 545–551.
10. *Farmand M.* The 3-D plating system in maxillofacial surgery / M. Farmand // J. Oral Maxillofac. Surg. – 1993. – Vol. 51. – P. 166–167.
11. *Маланчук В.О.* Зміна механічних властивостей кісткової тканини уламків нижньої щелепи при травматичному переломі / В.О. Маланчук, М.С. Шидловський, А.В. Копчак // Український стоматологічний альманах. – 2009. – № 6. – С. 44–48.
12. Finite element analysis / [Ed. by David Moratal]. – Rijeka, Croatia: Sciyo, 2010. – 698 p.
13. *Копчак А.В.* Експериментальне визначення оптимального зусилля міжфрагментарної компресії уламків при травматичних переломах / А.В. Копчак // Науковий вісник Ужгородського університету. – Сер. Медицина. – 2013. – Вип. 3 (48). – С. 151–155

### А.В. Копчак

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В ОБЛАСТИ ПОДБОРОДКА (КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Проведена сравнительная оценка различных способов фиксации отломков нижней челюсти в области подбородка, основанная на результатах имитационного компьютерного моделирования и изучении клинической эффективности 56 операций остеосинтеза. Модельный эксперимент проведён на трёхмерной конечно-элементной модели с воспроизведённым переломом симфиза нижней челюсти, закреплённого с использованием различных техник фиксации. Установлено, что фиксация

перелома одной пластиной не обеспечивала необходимой жёсткости и надёжности системы при любых вариантах её расположения. Фиксация двумя пластинами или фиксатором в форме прямоугольной рамки была достаточна для адекватного восприятия и перераспределения нагрузок, соответствующих пережёвыванию мягкой пищи. Применение одной пластины целесообразно при биомеханически благоприятных линейных переломах нижней челюсти только в сочетании с её шинированием. При косых переломах и отдельных типах оскольчатых переломов в условиях ранней функциональной нагрузки лучшие результаты обеспечивала фиксация двумя минипластинами, а при многооскольчатых переломах и переломах с дефектом кости возникала необходимость установки пластин повышенной жёсткости в области нижнего края челюсти и дополнительных фиксаторов в зоне альвеолярного отростка. Важным фактором, влияющим на эффективность остеосинтеза, была межфрагментарная компрессия, которая увеличивала стабильность системы и в отдельных случаях позволяла уменьшить количество и размеры элементов фиксации.

**Ключевые слова:** нижняя челюсть, подбородок, остеосинтез, внутренняя фиксация, компьютерное моделирование

**A.V. Korchak**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF OSTEOSYNTHESIS TECHNIQUES USED FOR MANDIBULAR FRACTURES IN MENTAL AREA (CLINICAL AND EXPERIMENTAL STUDY)**

A comparative evaluation of different fixation techniques used for mandibular fractures in mental area was performed on the base of computer modeling results and study of the clinical efficacy of 56 osteosynthesis. Simulation experiment was conducted on a three-dimensional finite element model with a fracture of the mandibular symphysis, fixed using different techniques of osteosynthesis. It was found that the fracture fixation with single plate did not provide the necessary rigidity and reliability independently on its location. Fixation with 2 plates in or 3-D plates was sufficient for adequate perception and redistribution of loads, matching soft foods chewing. The use of a single plate was appropriate only in biomechanically favorable linear fractures of the mandible and only in combination with its splinting. In oblique fractures and certain types of comminuted fractures in terms of early functional loading installation of 2 miniplates provided the best results, while in multiple comminuted fractures and fractures with the bone defect it was the need for increased rigidity of the plate at the lower border of the jaw bone and additional fixators in the area of the alveolar process. An important factor that influenced the effectiveness of osteosynthesis was interfragmentary compression, which increased the stability of the system and in some cases made it possible to reduce the number and size of fixation devices.

**Key words:** mandible, mental fractures, osteosynthesis, internal fixation, computer simulation.

*Поступила 25.02.14*