

УДК 620.17:616.71-001.5

С.Г. Бірюков¹, М.С. Шидловський¹, Т.О. Павличук²

¹Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ

²Національний медичний інститут імені О.О. Богомольця, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ СИСТЕМ ФІКСАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ЛЮДИНИ (ОГЛЯД)

Вступ. Переломи нижньої щелепи (НЩ) є одним з найпоширеніших травматичних ушкоджень кісток обличчя [1]. Їх лікування передбачає точне співставлення і надійне закріплення (остеосинтез) кісткових уламків на період необхідний для повноцінного кісткового зрощення. Системи для остеосинтезу (ОС) мають ефективно протидіяти зовнішнім силам, що дестабілізують зону перелому і спричиняють вторинне зміщення уламків [2].

Нижня щелепа, що є єдиною рухливою кісткою лицевого черепа, в процесі функції зазнає значних навантажень, які можуть досягати 1500 Н. При змиканні зубів в різних положеннях в ній виникає складний напружено-деформований стан та ділянки локальної концентрації напружень. Суглобовий відросток, що дуже часто уражається при травмі, є однією з найбільш навантажених ділянок нижньої щелепи [1]. При цьому вид напружено-деформованого стану, величина і градієнти локальних (діючих) напружень в різних фазах жувального циклу суттєво змінюються. Це створює передумови для виникнення вторинного зміщення уламків, деформації пластин, розхитування і втрати шурупів після проведення остеосинтезу [2, 3, 4].

Численні системи фіксації, запропоновані для лікування переломів НЩ на ділянці суглобового відростку, не завжди забезпечують необхідну жорсткість і надійність [5]. Це зумовлює необхідність ретельного вивчення їх біомеханічних характеристик з метою визначення доцільності застосування того чи іншого типу фіксатора при різних типах перелому.

Мета доповіді. За останні роки опубліковані результати досліджень лабораторії біомеханіки кафедри ДММ та ОМ ММІ, що присвячені експериментальному вивченню та оптимізації засобів остеосинтезу при переломах НЩ в залежності від типу фіксатора та його розташування [6-12]. В доповіді систематизовані та проаналізовані ці публікації, зроблено висновки щодо подальших досліджень у цієї області.

Таблиця 1. Перелік систем остеосинтезу та джерел інформації

Системи остеосинтезу, що досліджувалися	Джерело
<i>Кісткові уламки фіксували розробленою спеціально для цих дослідів титановою пластиною. Дослідження були виконані на лабораторних щурах.</i>	[6]
<i>Титанові мініпластини лінійної, сітчастої та Х-подібної форми, а також комбінацію пластини і стягуючих шурупів, комбінації з 2 лінійних пластин, розташованих в одній або двох площинах (біпланарна фіксація).</i>	[7]
<i>Титанові мініпластини лінійної та L-подібної форми, комбінація з 2 лінійних пластин</i>	[8]
<i>Титанові мініпластини лінійної, сітчастої, Х-подібної та L-подібної форми, а також комбінації пластини і стягуючого шурупа.</i>	[9, 10]
<i>Титанові мініпластини лінійної та L-подібної форми</i>	[11]
<i>Резорбтивні шурупи з D-, L- полілактиду (PDLLA) та титанові шурупи діаметром 2.0 мм</i>	[12]

Основні результати.

В роботі [6] зроблено висновки, що точна репозиція (суміщення) кісткових уламків прискорює відновлення міцності ураженої ділянки за рахунок утворення якісно більш

повноцінного регенерату, здатного адекватно сприймати і перерозподіляти навантаження. При невеликих зміщеннях відновлення загальної механічної міцності потребує більше часу. За наявності великих зміщень (більше 50% поперечного перетину щелепи) повного відновлення механічної міцності і жорсткості кістки до нормального рівня в строки, що досліджувались, не відбувається.

В роботі [7] встановлено, що жорсткість системи фіксатор-кістка суттєво відрізнялась в різних напрямках і при різних типах деформування. Пластини демонстрували найбільшу жорсткість на розтяг-стиск, і значно меншу - на згин і зсув, особливо в горизонтальній площині. Інтегральна жорсткість системи визначалася не лише типом фіксатора, але й його розташуванням і типом перелому. Жорсткість фіксації при косих, біомеханічно-несприятливих переломах була меншою, ніж при переломах, що проходили перпендикулярно вісі щелепи. Оптимальною зоною для розташування пластин виявилась ділянка її верхнього краю. За цих умов системи фіксації більш ефективно протидіяли згину в сагітальній площині, що є основним видом деформації щелепи при жувальному навантаженні. При вертикально-несприятливих косих переломах найбільшу жорсткість забезпечували сітчасті фіксатори, а при горизонтально-несприятливих - системи біпланарної фіксації.

У роботах [8-11] досліджено системи ОС титанові мініпластини. Пластини розташовували на ділянці заднього та переднього краю суглобового відростка, а також по середині його зовнішньої поверхні (рис. 1).

Препарати НЩ після проведення остеосинтезу навантажували в випробувальній машині TIRA-test (Німеччина), відтворюючи варіанти напружено-деформованого стану системи, що можуть виникати при жувальних навантаженнях: згин в різних площинах, зсув, крутіння та комбіноване деформування.

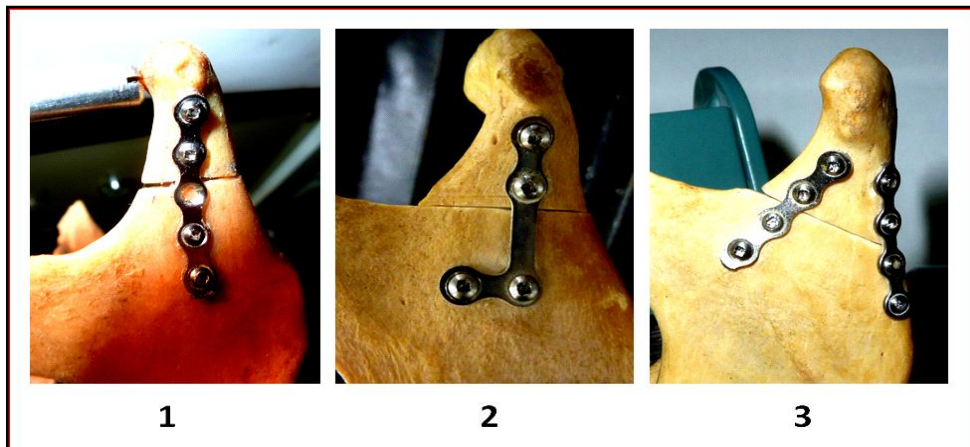


Рис. 1. Способи фіксації переломів нижньої щелепи на ділянці суглобового відростка, відтворені в експерименті: 1) фіксація прямою пластиною; 2) фіксація L-подібною пластиною; 3) фіксація двома прямими пластинами

Для реєстрації взаємного переміщення уламків застосовували цифрову фотокамеру, встановлену на жорстко закріпленому штативі. В процесі дослідження проводили зйомку препарату з реперними точками, нанесеними на його поверхню, та еталонним об'єктом з відомими розмірами.

Оскільки на різних ділянках щілини перелому виникали різні за величиною і напрямком деформації, для визначення жорсткості системи фіксатор-кістка вимірювали найбільше переміщення одного уламка відносно іншого і розраховували жорсткість, як відношення навантаження до цього переміщення.

Для діаграм деформування (рис. 2) були притаманні ознаки нелінійності, зумовлені головним чином виникненням незворотних деформацій та руйнуванням кістки на ділянці розташування шурупів, а також пластичною деформацією фіксатора. Підтвердженням цьому була досить значна залишкова деформація, яку відзначали після розвантаження системи.

Найбільшу жорсткість (біля 250 Н/мм) виявляла система фіксації з використанням 2 пластин, одна з яких працює на розтяг, інша – на стиск. Деформація системи в цьому випадку розвивалась за лінійним законом, а залишкові деформації виявлялися нехтовно-малими.

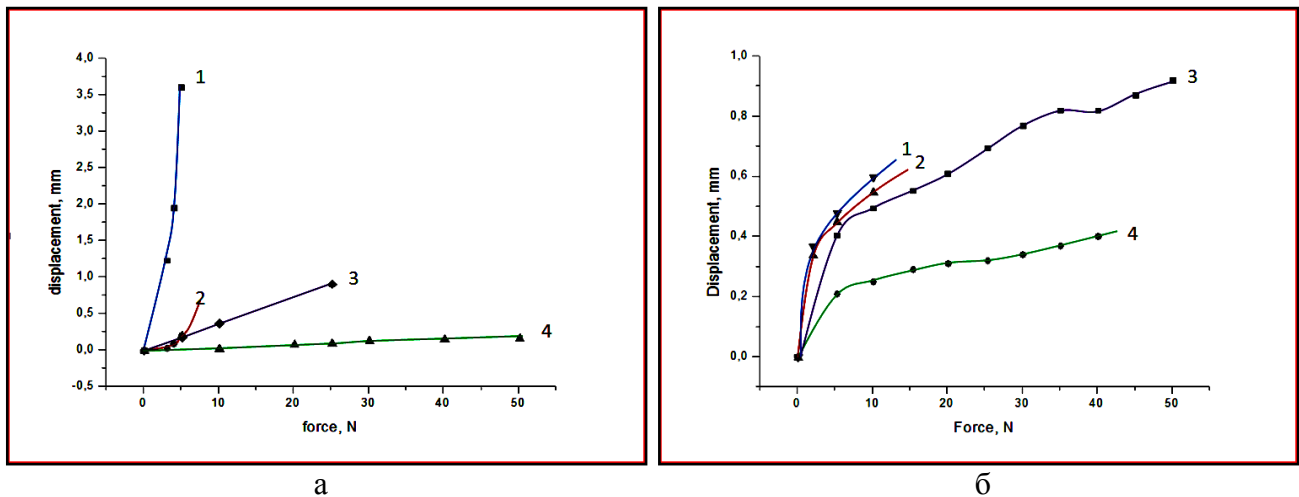


Рис. 2. Діаграми деформування систем фіксатор-кістка при сагітальному (а) та фронтальному (б) згині: 1) фіксація лінійною пластиною на ділянці заднього краю щелепи; 2) фіксація лінійною пластиною по середині зовнішньої поверхні гілки щелепи; 3) фіксація L-подібною пластиною; 4) фіксація двома прямими пластинами

В усіх випадках відзначали нелінійність діаграм деформування, що однак мала принципово інший характер. На початковій стадії деформування навантаження сприймалось виключно фіксатором і передавалось на кістку в ділянці фіксуючих шурупів.

При збільшенні навантаження і подальшому деформуванні системи виникав контакт між уламками на внутрішній поверхні гілки щелепи. Кістка починала безпосередньо сприймати навантаження, в наслідок чого жорсткість системи зростала. Найбільшу жорсткість (до 100 Н/мм), як і в попередніх випадках демонструвала система фіксації основана на поєднаному застосуванні 2 накісних пластин.

Результати досліджень [8-11] показали: 1. Жорсткість систем фіксатор-кістка залежить від характеристик фіксатора, його розташування, типу перелому і механічних властивостей кісткової тканини та умов навантаження, що необхідно враховувати при проведенні остеосинтезу НЩ на ділянці суглобового відростку. 2. Найбільшу жорсткість в різних режимах деформування виявляла систем із застосуванням двох лінійних пластин, розташованих на ділянці переднього і заднього краю суглобового паростку.

Експериментальні дані, опубліковані в роботі [12] показують, що фіксація переломів голівок виросткових відростків за допомогою одного гвинта, яка дозволяє сприймати максимальні жувальні навантаження, в умовах складного деформування виявилась не можливою. Таким чином, при застосуванні цих технік можливості ранньої іммобілізації нижньої щелепи і раннього функціонального навантаження є обмеженими.

Висновки.

1. Ознайомлення з публікаціями показало, що методи випробувань потребують суттєвого удосконалення. Так, технічні засоби не дають можливість точно встановлювати та закріплювати об'єкти для подальших випробувань. Це може приводити до викривлення результатів та приводити до значного їх розкиду.

2. Вирішення питання фіксації переломів даного типу потребує подальших наукових досліджень та пошуку оптимальних методів фіксації переломів щелеп.

Список використаних джерел

1. Швырков М.Б., Афанасьев В.В., Стародубцев В.С. Неогнестрельные переломы челюстей. – М.: Медицина, 1999. – 336 с.

2. Матрос-Таранец И. Н. Биомеханические исследования в экспериментальной стоматологии. – Донецк, 1998. – 122 с.
3. Семенников В.И., Туманюк А.Н. Метод механико-математического исследования усилий и напряжений в нижней челюсти при физиологической нагрузке // Стоматология. – 1983. – №3. – С.23-25.
4. Чуйко А. Н. Особенности биомеханики в стоматологии / Чуйко А.Н., Вовк В.Е. – Харків.: Прапор, 2006. – 304с.
5. Maxillo-facial trauma and esthetic facial reconstruction / edited by P.W. Booth, B.L. Eppley, R. Schmelzeisen. – Churchill Livingstone, 2003. – 662 p.
6. Шидловський М.С., Маланчук В.О., Копчак А.В. Натурне дослідження міцності та структури кісткового зрощування переломів нижніх щелеп // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут", Серія Машинобудування, – К: 2008, – № 54. – С. 63-71.
7. Маланчук В.О., Шидловський М.С., Копчак А.В. Натурне дослідження жорсткості систем "фіксатор-кістка" при переломах нижньої щелепи // В кн.: Матеріали II міжнародної конференції "Біомедична інженерія і технологія". – Київ, 17-18 березня 2011. – С. 115-117.
8. Шидловський М.С., Копчак А.В., Шпак Д.Ю. Деформаційні характеристики систем остеосинтезу нижньої щелепи // Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. Серія: Механіка, енергетика, екологія - Вип..133/2012 – Севастополь, 2012. – С. 191-194.
9. Маланчук В.О., Шидловський М.С., Копчак А.В. Характеристики жорсткості систем для остеосинтезу нижньої щелепи в натурному експерименті // Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю "І Український симпозіум з біомеханіки опорно-рухової системи" – Дніпропетровськ, 13 – 14 вересня 2012. – С. 58.
10. Маланчук В.О., Копчак А.В., Шидловський Н.С. Клініко-експериментальне дослідження біомеханічних властивостей систем фіксації, що застосовують при переломах щелепи // Матеріали науково-практичної конференції "Проблеми біомеханіки та медичного матеріалознавства" – Київ, 21–22 листопада 2013. – Літопис травматології та ортопедії, №1-2/2014 (29-30) С. 210.
11. Шидловський Н.С., Копчак А.В., Дымань М.М. Жорсткість засобів фіксації переломів нижньої щелепи людини // Теоретичні та прикладні проблеми технічних і математичних наук. Збірник матеріалів Міжнародної науково – практичної конференції (м. Київ, Україна, 7 лютого 2014р.). – Центр Науково – Практичних Студій, 2014. – С. 19-26.
12. Дубневич Я.М., Павличук Т.О., Шидловський М.С. Характеристики міцності системи фіксатор-кістка при внутрішньосуглобових переломах нижньої щелепи // Збірка матеріалів Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню», секція "Динаміка і міцність машин". – К: НТУУ «КПІ» 2017. – С. 74-77