

## БІОМЕХАНІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ НАКІСТКОВИХ ФІКСАТОРІВ ПРИ ПОПЕРЕЧНИХ ДІАФІЗАРНИХ ПЕРЕЛОМАХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК

Шайко-Шайковський О.Г.

Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича

Білик Г.А., Чорненька-Осовська І.М.

Буковинський державний медичний університет

Войцеховський О.Ф.

Сторожинецька центральна районна лікарня

За допомогою методів порівняльного аналізу проведено оцінку ефективності накісткового остеосинтезу при застосуванні різних фіксуючих конструкцій при поперечних діафізарних переломах довгих трубчастих кісток. Натурні експерименти проведено на двох групах (по 10 препаратів в кожній) свинячих кісток які випробувувались за однаковою методикою при здійсненні остеосинтезу пластинами АО, фіксаторами Белінського, пластинами з кутовою стабільністю LCP, деротаційними двох площинними пластинами. Отримані експериментальним шляхом результати дозволяють визначити найбільш ефективні фіксуючі конструкції при накістковому остеосинтезі поперечних діафізарних переломів.

**Ключові слова:** остеосинтез, накісткові фіксатори, деформації, переміщення.

**Постановка проблеми.** Лікування переломів кісток опорно-рухового апарату залишається в наш час важливою та актуальною проблемою. Частота та кількість переломів і пошкоджень кісток, особливо верхніх і нижніх кінцівок є однією з основних причин втрати працездатності [3].

На сьогодні частота переломів кісток складає 3,6 випадків на 100 чоловік населення на рік. Втрати на лікування переломів. Наприклад у США, щорічно складають 1,5 млрд долл. При цьому біля половини хворих лікуються стаціонарно, потребують оперативного лікування, яке здійснюється за допомогою сучасних металевих, металополімерних і полімерних конструкцій.

В Україні щоденно, за різними даними, отримують травми понад 120 постраждалих. Серед вказаної кількості пацієнтів 30 залишаються інвалідами, 3-5 постраждалих гинуть [4].

За даними ВООЗ тільки внаслідок автокатастроф та ДТП на автошляхах світу щорічно реєструється біля 10 млн постраждалих, 500 тис людей гине, ще більша кількість залишається інвалідами. Слід зазначити що переважна більшість переломів та пошкоджень за думкою великої кількості спеціалістів повинна лікуватись оперативно.

Створення сучасних, ефективних і надійних конструкцій для оперативного лікування пошкоджень і переломів кісток опорно-рухового апарату стає, таким чином, важливою медичною, інженерно-технічною задачею. Економічні втрати суспільства внаслідок втрати постраждалими працездатності, необхідності витрат на лікування роблять проблему також ще й соціально-економічною. [2].

Тому успішне рішення цієї проблеми можливо лише завдяки спільним зусиллям медиків-травматологів, спеціалістів у галузі опору матеріалів, матеріалознавства, будівельної механіки, моделювання, біомеханіки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Все більше розповсюдження в наш час отримують так

звані системи «біологічного остеосинтезу», які у максимальній степені повинні імітувати та сприяти створенню властивостей цілої неушкодженої кістки. Задача ускладнюється тим, що існує велика кількість переломів(поперечні, косі, гвинтові, осколкові, дензійні), причому – різного рівня локалізації (діафізарні, проксимальні, дистальні, суглобові). Кожний з цих типів переломів вимагає свого індивідуального підходу, технології лікування, використання конкретної, найбільш ефективної конструкції для остеосинтезу.

Проте, запорукою успішного зрощення, створення умов для виникнення первинного та вторинного мозоля є жорстка взаємна та надійна фіксація відламків зламаної кістки.

З усіх видів остеосинтезу (інтрамедулярний, накістковий, стержневий, через кістковий) найбільш простим, розповсюдженим і доступним на сьогодні є накістковий остеосинтез, для здійснення якого використовуються різноманітні пластини[1].

**Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Поява нових конструкцій висуває вимоги оцінки їх ефективності та придатності для лікування того чи іншого виду та типу перелому.

В роботі на двох групах препаратів (по 10 зразків у кожній) проведена оцінка опору згину кожного з них при остеосинтезі пластинами АО, фіксаторами Білінського, накістковими пластинами з кутовою стабільністю LCP та деротаційними пластинами ДПР. В якості еталона прийнято зразки цілих неушкоджених кісток.

**Мета роботи.** Для успішного використання того чи іншого виду фіксуючих накісткових конструкцій з врахуванням типу та виду перелому необхідно мати експериментальну інформацію про біомеханічні властивості кожної з можливих для використання конструкцій. Тому в роботі проведено дослідження опору деформації згину, як найбільш розповсюдженої проведено у двох площинах: фронтальній та сагітальній, причому і в одній і в другій площинах окремо розглядалися

2 напрями згину. Отже згин здійснювався у вентро-дорсальному, дорсо-вентральному, латеро-медіальному та медіо-латеральному напрямках. Для вимірювання прогинів використовувалися індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. За результатами вимірювань отримано експериментальні дані, середні значення яких наведено на графічних залежностях прогину як функції від згинаючої сили або моменту:  $\Delta=f(P)$ .

В усіх випадках сила (згинаючий момент) прикладалися в 10 см від лінії зламу (лінії остеотомії). В тому самому перерізі відбувалось вимірювання величину прогину  $\Delta$ .

**Викладення основного матеріалу.** На рис. 1 наведено загальний вигляд вимірювальної установки. На рис. 2 та рис.3 наведено графічні залежності середніх значень  $\Delta=f(P)$  для цілих препаратів при згині у вентро-дорсальній, дорсо-вентральній, латеро-медіальній та медіо-латеральній площинах препаратів 1-ї та 2-ї груп препаратів відповідно.

Усі результати вимірювань оброблялись статистично. Нижче в роботі у вигляді графічних залежностей наведено зв'язок між згинаючою силою (моментом) та величиною виникаючого при дії цієї згинаючої сили прогину. В усіх випадках прогин вимірювався за однією і тією самою методикою, коли згинаюча сила прикладалась на відстані 10 см від середини діяфіза або лінії остеотомії, а сам прогин реєструвався за допомогою індикатора годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Усі результати зводилися у таблиці, отримувалося середнє значення, яке і відкладалося на графіках.



Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної установки з досліджуваною кісткою.

На рис. 2, 3 наведено залежність прогинів препаратів 1-ої та 2-ої груп препаратів в усіх чотирьох досліджуваних площинах. Ці прогини умовно прийнято в якості своєрідного еталона.

Аналіз графіків, наведених на рис. 2, 3 свідчить, що найгірше цілі препарати опираються деформаціям згину у вентро-дорсальній площині (V-D), а найкраще – у медіо-латеральній (M-L).

Ця ж сама тенденція прослідковується також для зламаних кісток, синтезованими вказаними

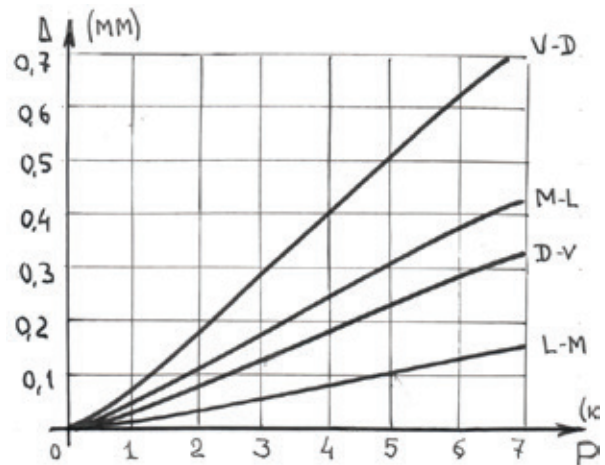


Рис. 2. Прогини препаратів 1-ї групи в усіх 4-х площинах: V-D – вентро-дорсальна площина; D-V – дорсо-вентральна площина; M-L – медіолатеральна площина; L-M – латеро-медіальна площина

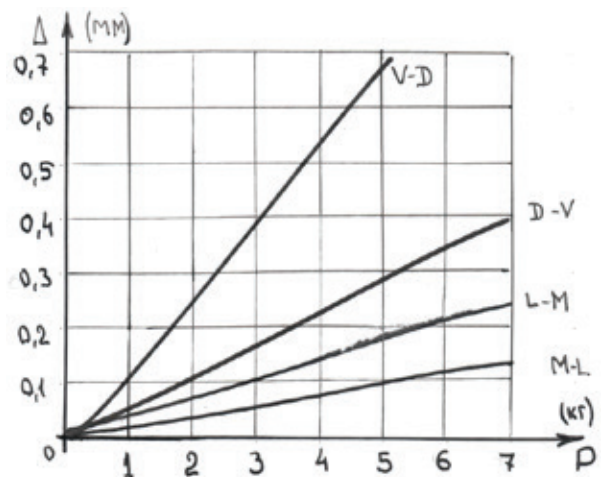


Рис. 3. Прогини препаратів 2-ї групи в усіх 4-х площинах: V-D – вентро-дорсальна площина; D-V – дорсо-вентральна площина; M-L – медіолатеральна площина; L- M – латеро-медіальна площина

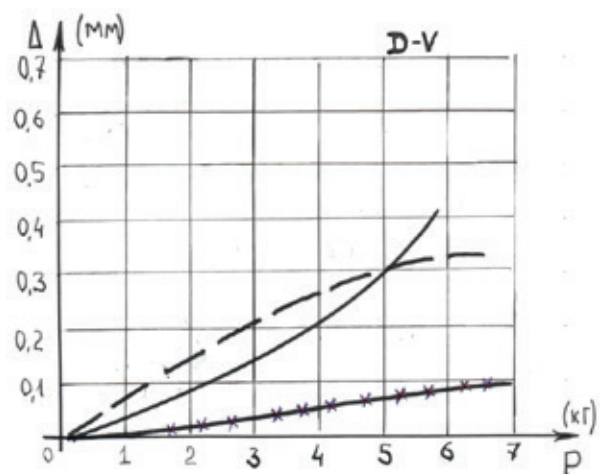


Рис. 4. Прогини препаратів цілої та синтезованої кістки у дорсо-вентральній площині: - - - ціла кістка; — пластина АО; - \*-\*— пластина LCP

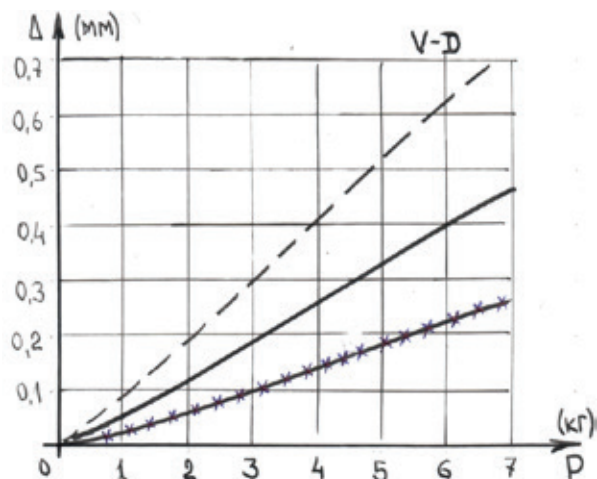


Рис. 5. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у вентро-дорсальній площині: - - - - ціла кістка; — пластина АО; - \*-\*- пластина LCP

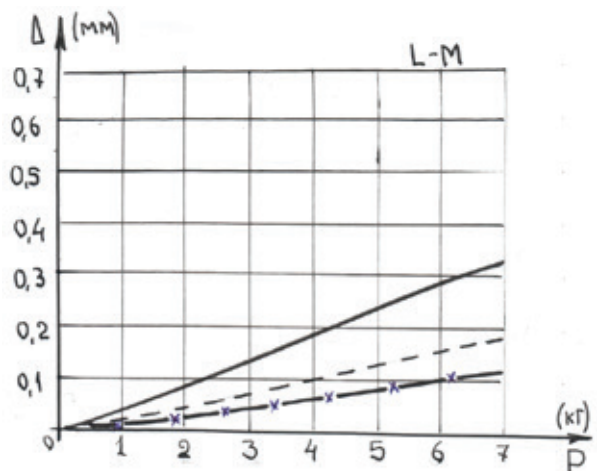


Рис. 6. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у латеро-медіальній площині: - - - - ціла кістка; — пластина АО; - \*-\*- пластина LCP

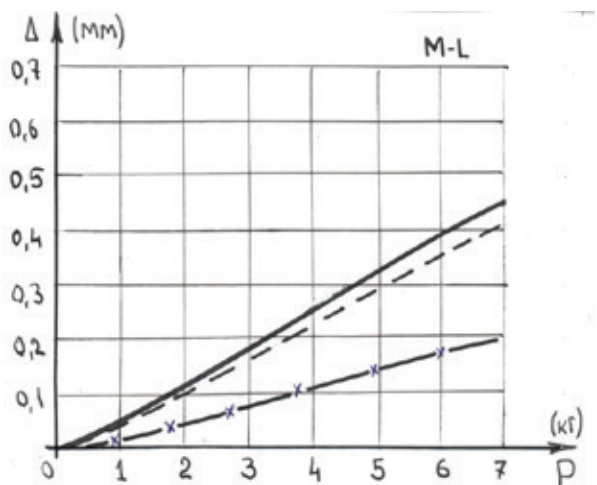


Рис. 7. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у медіо-латеральній площині: - - - - ціла кістка; — пластина АО; - \*-\*- пластина LCP

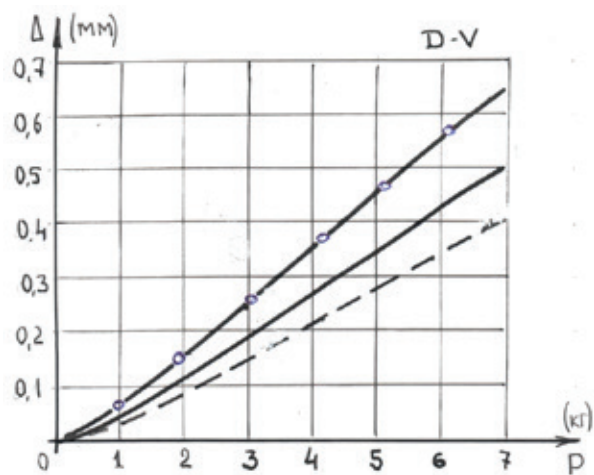


Рис. 8. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у дорсо-вентральній площині: - - - - ціла кістка; — пластина ДДР; -○-○- пластина Белінського

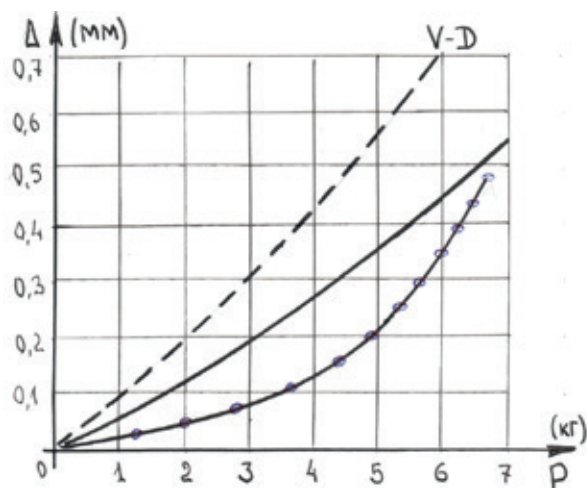


Рис. 9. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у вентро-дорсальній площині: - - - - ціла кістка; — пластина ДДР; -○-○- пластина Белінського

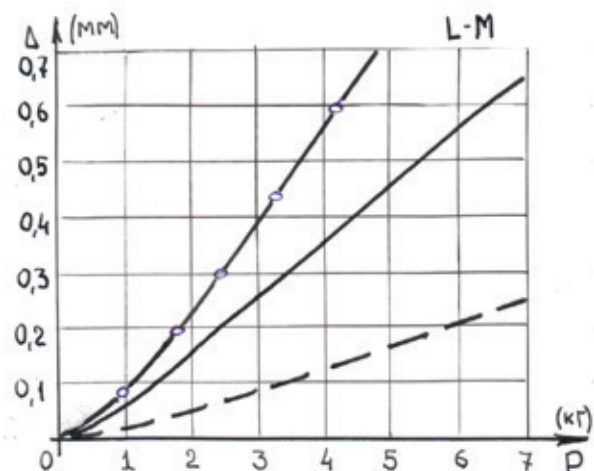


Рис. 10. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у латеро-медіальній площині: - - - - ціла кістка; — пластина ДДР; -○-○- пластина Белінського

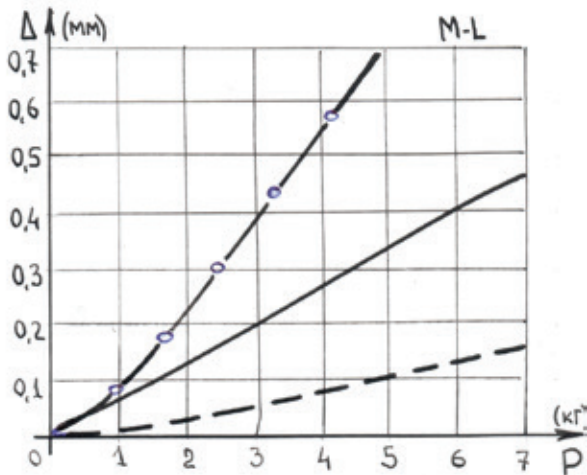


Рис. 11. Прогин препаратів цілої та синтезованої кістки у латеро-меліальній площині: - - - - ціла кістка; — пластина ДПР; -o-o- пластина Белінського

вище накістковими конструкціями.

На рис. 4-7 наведено результати вимірювань синтезованих препаратів першої групи у всіх чотирьох напрямках, синтезованих пластинами АО, LCP.

На рис. 7 наведено графічні залежності прогинів препаратів цілої та синтезованих кісток при поперечних діафізарних переломах у медіо-латеральній площині.

На всіх наведених графіках видно, що чим нижче знаходиться крива, чим менші виникають при деформації згину деформації – тим краще, більш жорстко фіксуються відламки зламаної кістки, отже – тим кращі умови для подальшого зрощення відламків створюються фіксатором. Отже – такий фіксуючий пристрій, пластина е

найбільш ефективним у кожному конкретному випадку.

Видно, що в усіх випадках деформативність препаратів, синтезованих пластиною LCP набагато менше, ніж при остеосинтезі пластиною АО. Причому, пластини LCP набагато краще фіксують відламки кістки, деформативність таких препаратів менша, ніж у цілих кісток.

На рис. 8-11 наведено осереднені результати експериментальних даних досліджень препаратів другої групи. В усіх випадках результати отримані за допомогою пластин ДПР виявились кращими, ніж при фіксації за допомогою конструкцій Белінського. Проте – найкраще опираються згину препарати цілої неушкодженої кістки, а пластини ДПР проявили кращі фіксуючі можливості при згині у D-V, V-D, та M-L площинах. Проведені дослідження дають можливість дати порівняльну оцінку фіксуючих можливосте вказаних вище накісткових конструкцій.

**Висновки та пропозиції.** Проте отримані експериментальні результати диктують необхідність проведення додаткових порівняльних досліджень фіксаторів ДПР та LCP з метою з'ясування ефективності кожного з них при опорі деформаціям згину.

Для всебічної оцінки ефективності розглянутих накісткових конструкцій необхідні також додаткові дослідження для деформацій кручення, розтягу та стиску.

Виходячи зі сказаного вище можна зробити висновок, що тільки комплекс досліджень за всіма цими групами експериментів дасть можливість обґрунтовано обирати найефективніший накістковий фіксатор, давати рекомендації практичним лікарям-травматологам що до використання тієї чи іншої накісткової фіксуючої конструкції.

#### Список літератури:

1. Романенко К.К. Функции и виды пластин и винтов в современном остеосинтезе / К.К. Романенко, А.И. Белостоцкий, Д.В. Прозоровский, Г.Г. Голка – Ортопедия, травматология и протезирование, 2010, №1. – С. 68-75.
2. Бондаренко А.В. Разрушение имплантатов при на костном остеосинтезе переломов длинных костей / А.В. Бондаренко, В.А. Пелеганчук, Е.А. Распопова, С.А. Печенегин. – Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2004. – №2. – С. 41-44.
3. Гайко Г.В. Стан і проблеми ортопедо-травматологічної допомоги населенню України / Г.В.Гайко, А.В.Калашніков, Є. В. Лимар.- Ортопедия, травматология и протезирование. – 2004. – №2. – С. 5-9.
4. Гайко Г.В. Діафізарні переломи в структурі травм опорно-рухової системи у населення України / Г.В. Гайко, А.В. Калашніков, В.А.Боер, П.В. Нікітін, А.М. Чигирко, Т.П. Чалайдюк.- Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2006. – №1. – С. 84-87.

**Шайко-Шайковский А.Г.**

Черновицкий национальный университет имени Ю. Федьковича

**Билык Г.А., Чорненко-Осовская И.Н.**

Буковинский государственный медицинский университет

**Войцеховский А.Ф.**

Сторожинецкая центральная районная больница

## **БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ НАКОСТНЫХ ФИКСАТОРОВ ПРИ ПОПЕРЕЧНЫХ ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМАХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ**

### **Резюме**

С помощью методов сравнительного анализа проведена оценка эффективности накостного остеосинтеза при применении различных фиксирующих конструкций при поперечных диафизарных переломах длинных трубчатых костей. Натурные эксперименты проведены на двух группах (по 10 препаратов в каждой) свиных костей которые испытывались по одинаковой методике при осуществлении остеосинтеза пластинами АО, фиксаторами Белинского, пластинами с угловой стабильностью LCP, деротационными двух плоскостными пластинами. Полученные экспериментальным путём результаты позволяют определить наиболее эффективные фиксирующие конструкции при накостном остеосинтезе поперечных диафизарных переломов.

**Ключевые слова:** остеосинтез, накостные фиксаторы, деформации, перемещения.

**Shayko-Shaykovskyy A.G.**

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

**Bilyk G.A., Chornenka-Osovskaya Y.N.**

Bukovinian State Medical University

**Wojciechowski A.F.**

Storozhinetskaya central regional hospital

## **BIOMECHANICAL ASSESMENT THE EFFECTIVENESS OF VARIONS BONE FIXING DEVICE AT TRANSVERSE DIAPHYSEAL FRACTURES TUBULAR BONES**

### **Summary**

By means of comparative analysis evaluated the effectiveness nakistkovooho osteosynthesis with use of different fixing devices transverse diaphyseal fractures of long bones. Full-scale experiments were conducted on two groups (of 10 products each) pork bones that were tested by the same method in the commission of osteosynthesis plates AO, Belinsky clamps, plates with angular stability LCP, derotatsiyyny two polygonal plates. Experimentally derived results allow us to determine the most efektyvnost Fix konstruktsyyi with osteosynthesis transverse diaphyseal fractures.

**Key words:** fixation, plate plates, strain, displacement.