

УДК 616.717+616.717.2]-001.5-089.84

І.М. Рубленик<sup>1</sup>  
С.В. Білик<sup>1</sup>  
К.В. Гуцуляк<sup>2</sup>  
О.Г. Шайко-Шайковський<sup>2</sup>

1 – Буковинська державна медична академія, 2 – Чернівецький національний університет імені Юрія Фельдковича м.Чернівці

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ НАКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ФІКСУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Ключові слова:** остеосинтез, накiсткові фіксатори, навантаження, жорсткість, деформації.

**Резюме.** Розглянуто методику проведення та результати порівняльних біомеханічних досліджень стабільності остеосинтезу препаратів стегнових кісток при поперечних діафізарних переломах, синтезованих накiстковою пластиною АО та подвійною деротаційною пластиною. Визначено переваги фіксації відламків кісток за допомогою подвійної деротаційної пластини на підставі оцінки стабільності фіксації в умовах комплексу простих та деяких складних видів навантажень.

### Вступ

Накiстковий остеосинтез у наш час залишається одним із досить розповсюджених та відносно простих видів фіксації відламків пошкоджених кісток. Це пояснюється, з одного боку, досить простим виконанням хірургічного втручання, яке не потребує наявності складної рентген-телевізійної апаратури та обладнання й можливе в умовах будь-якої районної лікарні, а з іншого – простою конструкцією та нескладністю самих накiсткових пластин.

Упродовж всього періоду застосування накiсткового остеосинтезу відбувається постійне вдосконалення та модернізація накiсткових конструкцій, серед яких у наш час найбільш відомими та розповсюдженими є пластини АО швейцарської асоціації остеосинтезу, а також пластини ХІТО Харківського інституту травматології та ортопедії.

Поява спеціальної форми отворів для фіксуєючих гвинтів на корпусі пластини дозволяла створювати певну компресію між відламками кістки. Подальше вдосконалення конструкцій накiсткових пластин пов'язано як із мінімізацією поверхні опорного контакту корпусу пластини та кортикальним шаром кістки [1], так із прагненням до підвищення жорсткості пластин. При цьому більшість дослідників відмічають, що прагнення до значного збільшення перерізу накiсткової пластини не призвело до суттєвого покращання результатів остеосинтезу [2].

### МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Провести дослідження на жорсткість та стабільність остеосинтезу трьох груп препаратів:

цілі стегнові кістки, кістки, синтезовані подвійною деротаційною пластиною (ПДП) та пластинами АО. Проаналізувати ефективність фіксуєючих конструкцій в умовах простих та складних видів навантажень.

### МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Внаслідок суттєвої різниці моментів інерції перерізу пластини у фронтальній та поздовжній площинах, жорсткість накiсткових пластин АО та ХІТО у фронтальній площині в 9–12,5 разів менші, ніж у поздовжній.

З метою підвищення жорсткості фіксації у фронтальній площині розроблено подвійну деротаційну пластину (ПДП) [3], яка поєднує в собі досить велику жорсткість порівняно з невеликою площею контакту металевого корпусу фіксатора та поверхнею кістки. Останнє забезпечує краще кровопостачання в ділянці перелому, що є найважливішою умовою успішного зрощення відламків. Зменшення довжини корпусу самої ПДП порівняно з пластинами АО та ХІТО дозволяє знизити травматичність хірургічного втручання, пов'язану із необхідністю значного відшарування м'яких тканин від поверхні пошкодженої кістки та втратами крові, зростанням ймовірності виникнення супутніх ускладнень тощо.

Для порівняння ефективності остеосинтезу за допомогою ПДП проведені порівняльні біомеханічні дослідження жорсткості та стабільності фіксації відламків пошкоджених кісток за допомогою ПДП, пластини АО при навантаженні стиску, кручення, згину в чотирьох площинах: медіо-латеральній, латеро-медіальній, вентро-

дорзальній та дорзо-вентральній. За еталон прийнято деформації цілої непошкодженої кістки.

Дослідження проведено на препаратах свіжих кісток, вилучених при аутопсії у раптово померлих. Всі препарати розбито на три групи: 1 – цілі стегнові кістки; 2 – препарати, синтезовані після поперечної остеотомії діяфіза за допомогою ПДП; 3 – препарати, синтезовані після поперечної остеотомії діяфіза пластиною АО.

Кожна група складалася з 15 препаратів. Було проведено дослідження деформативності препаратів при стиску, крученні та згині. Отримані результати оброблено статистично за методикою обробки малих вибірок, що дало можливість визначити математичне сподівання та середнє математичне відхилення параметрів, які вимірювалися на кожному окремому етапі навантаження.

Навантаження стиску та кручення здійснювалися на спеціально розробленій установці [4], яка дозволяє в лабораторних умовах імітувати всі види простих та складних навантажень, що можуть діяти на пошкоджену кінцівку в процесі зрощення. Переміщення відповідних перерізів фіксувалися з точністю до 0,01 за допомогою індикаторів годинникового типу.

Деформація згину здійснювалася за методикою [5], при якій навантаження прикладалися за допомогою тягарців, розташованих на відстані 10 см від місця остеотомії. Згин здійснювався у чотирьох напрямках: медіо-латеральному, латеро-медіальному, вентро-дорзальному та дорзо-вентральному. Вертикально встановлений індикатор реєстрував прогин у вертикальній площині  $f_v$ , в якій здійснювалося навантаження.

Внаслідок наявності в кістці просторових відхилень від прямолінійної форми у всіх випадках спостережень виникав також горизонтальний прогин зразків, що свідчить про виникнення явища складного опору – деформації косоного згину при навантаженні в будь-якій площині. Горизонтальний прогин  $f_h$  фіксувався відповідним індикатором, встановленим у горизонтальній площині. Повний прогин препарату визначався за формулою:

$$f = \sqrt{f_v^2 + f_h^2}$$

Викладена методика дозволяє визначити множину значень, в яких може знаходитися середня величина прогину препарату на кожному етапі навантаження.

#### Обговорення результатів дослідження

Проведені дослідження дозволили провести порівняльний аналіз стабільності фіксації по-

перечного діяфізарного перелому за допомогою накісткових фіксаторів: ПДП та АО, порівнявши їх величину з умовним еталоном – препаратами цілої непошкодженої кістки.

Лише порівняння результатів деформацій препаратів з врахуванням усього комплексу простих та складних видів навантажень, що імітують реальні умови процесу зрощення може дозволити дати оцінку ефективності застосування того чи іншого виду фіксуючої конструкції.

На графіках, що наведені на рис. 1 представлено результати досліджень всіх трьох груп препаратів при деформації згину.

На рис. 1а,б наведено графічні залежності прогину всіх трьох груп досліджуваних препаратів від величини зовнішнього згинаючого моменту у вентро-дорзальній та дорзо-вентральній площинах відповідно. З графіків видно, що найменших деформацій зазнає ціла кістка. Дещо більших значень прогин досягає в препаратів, синтезованих ПДП (криві 2). Найбільші деформації виникли в препаратів, синтезованих пластиною АО (криві 3). Це свідчить про те, що в поздовжній площині ПДП створює більшу стабільність фіксації, ніж пластина АО. Пояснюється це тим, що у ПДП є поверхня, яка створює додаткову жорсткість при згині. Ширина “коридору”, в якому знаходиться множина значень величин прогинів для кожного згинаючого моменту показує співвідношення між величинами вертикального  $f_v$  та горизонтального  $f_h$  прогинів: чим більша величина  $f_v$ , тим більша ширина відповідної області значень (рис. 1).

Нижня межа кожної кривої позначає величину  $f_v$ , верхня – величину сумарного прогину  $f$ .

На рис. 1в,г наведено графічні залежності величини прогину препаратів від величини зовнішніх згинаючих моментів у латеро-медіальній та медіо-латеральній площинах. З графіків випливає, що в цих випадках препарати, синтезовані ПДП поступаються АО, оскільки жорсткість препаратів, синтезованих АО була вищою. Цей факт пояснюється більш масивним перерізом та більшою довжиною пластини АО, ніж ПДП, що забезпечує вищу стабільність фіксації. Ширина області можливих значень величин прогинів при цьому така ж сама, як і при деформації у поздовжній площині.

На рис. 2а наведено результати вимірювань деформацій препаратів усіх трьох груп при стиску. Найменші деформації виникають у препаратів цілих кісток, дещо поступаються їм препарати, синтезовані ПДП. Препарати, синтезовані АО (крива 3) деформується в 2 рази більше, ніж препарати, синтезовані ПДП. Пояс-

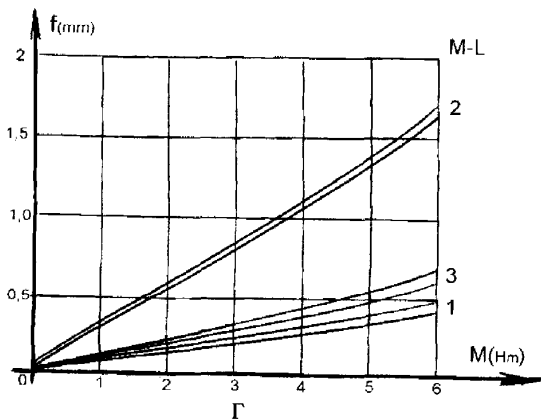
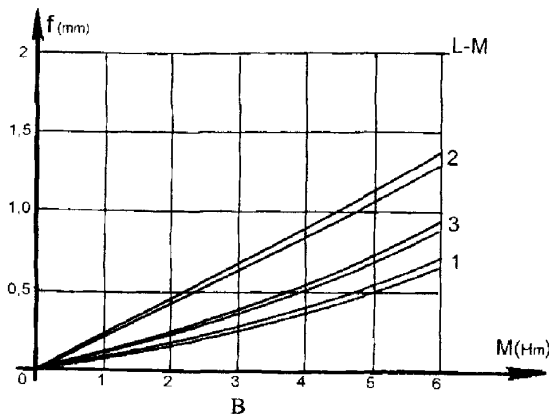
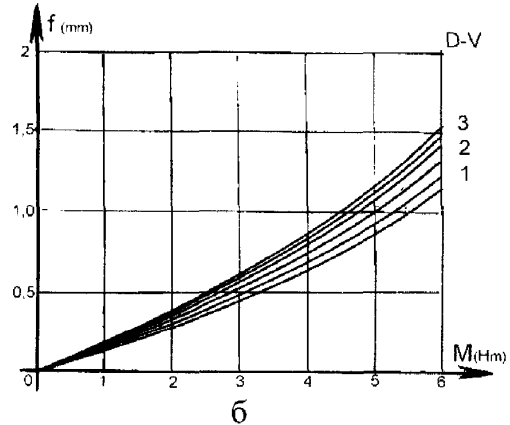
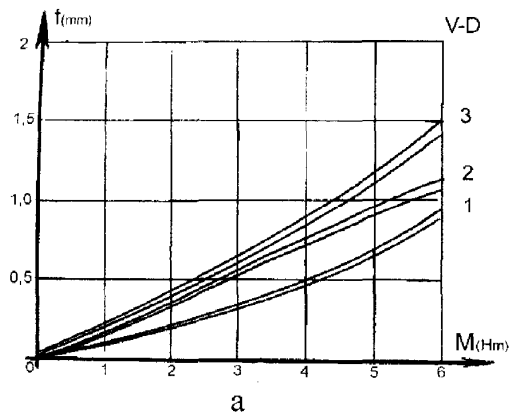


Рис. 1. Графіки результатів досліджень препаратів при деформації згину.

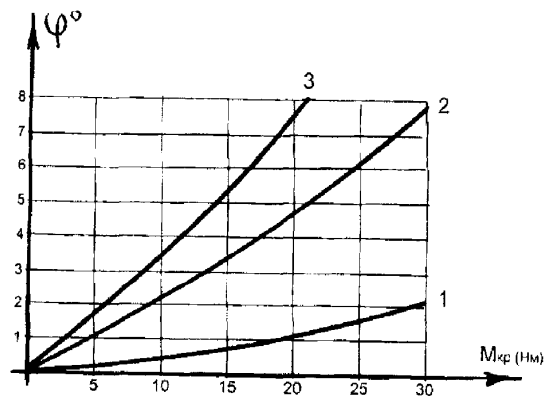
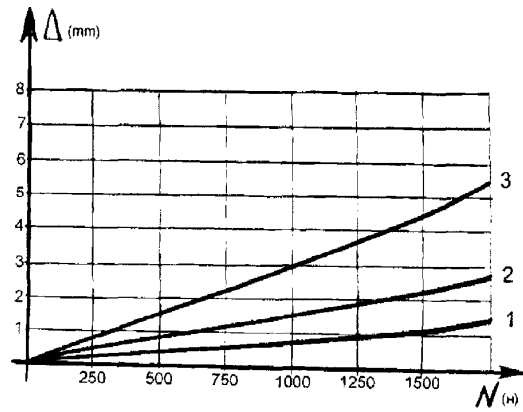


Рис. 2а. Графіки результатів досліджень препаратів при деформації стиску.

Рис. 2б. Залежність кутів повороту препаратів стегнових кісток від зовнішніх крутних моментів.

нюється це, очевидно, фіксацією відламків за допомогою гвинтів, проведених у двох взаємно перпендикулярних площинах, що створює набагато більшу жорсткість фіксації.

На рис. 2б показано залежність кутів повороту препаратів стегнових кісток від зовнішніх крутних моментів. Слід зауважити, що деформація кручення – найбільш небезпечна щодо створення надійної та стабільної фіксації відламків при остеосинтезі, оскільки жодна група м'язів практично не перешкоджає ротаційним зсувам. Отже, створення надійної фіксації відламків при крученні – одна з найважливіших вимог до конструкцій фіксаторів взагалі та накісткових зокрема.

З рис. 2б видно, що препарати, синтезовані АО деформуються при крученні в набагато більшому ступені, ніж препарати, синтезовані ПДП. Порівняно із цілою кісткою, препарати, синтезовані ПДП деформувалися в 4,2 рази більше, а препарати, синтезовані АО – в 7 разів більше.

Таким чином, співставлення результатів досліджень жорсткості всіх трьох груп препаратів при стиску, крученні та згині свідчить про перевагу ПДП над пластинами АО при лікуванні поперечних переломів діафіза стегнової кістки, оскільки ця пластина є найбільш ефективною для створення стабільного остеосинтезу.

### Висновки

1. Досліджено жорсткість та стабільність остеосинтезу трьох груп препаратів: цілі стегнові кістки, кістки, синтезовані ПДП та пластинами АО.

2. Доведено, що оцінка ефективності фіксуючої конструкції повинна проводитися на підставі комплексної оцінки деформативності препаратів в умовах простих та складних видів навантажень.

3. Експериментально показано, що при згині препаратів цілих та пошкоджених кісток в будь-якому напрямі виникає явище складного опору – деформація косоного згину.

4. Визначено, що при поперечних діафізарних переломах фіксація за допомогою ПДП створює більш жорсткий та стабільний остеосинтез, ніж використання накісткової пластини АО.

**Література.** 1. Анкин Л.Н., Анкин Н.Л. Практика остеосинтеза и эндопротезирования. – Киев. – 1993. – 303 с. 2. Богданович У.Я., Евсеев В.И. Физико-математические аспекты накостного компрессионного остеосинтеза // Ортопедия, травматология. – 1981. – №5. – С.5. 3. Рубленик І.М., Білик С.В. Пристрій для остеосинтезу С.В.Білика та І.М.Рубленика // Декларативний патент України 43276А, 7 А61В17/56, від 15.11.2002р. Бюл.№10, (номер заявки 2001063739 від 01.06.2001р.). 4. А.С.1409250 СССР, МКИ А61В 17/58 Устройство для определения деформаций костного образа /В.Л.Васюк, И.М.Рубленик, А.Г.Шайко-Шайковский, К.Д.Рединский (СССР). – №4161940/28–14; Заявлено 16.12.86; Опубл.15.07.88. Бюл. №26. 5. Рубленик И.М. Металлополимерный и полимерный остеосинтез в лечении переломов длинных костей: Автореф. дис... д.мед.н. – Киев, 1985. – 243 с.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ФИКСИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

И.М. Рубленик, С.В. Билык, К.В. Гуцуляк,  
О.Г. Шайко-Шайковский

**Резюме.** Рассмотрена методика проведения и результаты сравнительных биомеханических исследований стабильности остеосинтеза препаратов бедренных костей при поперечных диафизарных переломах, синтезированных накостной пластиной АО и двойной деротационной пластиной. Определены преимущества фиксации обломков костей с помощью двойной деротационной пластины на основании оценки стабильности фиксации в условиях комплекса простых и некоторых сложных видов нагрузок.

**Ключевые слова:** остеосинтез, накостные фиксаторы, нагрузка, жесткость, деформации.

### A COMPARATIVE BIOCHEMICAL ANALYSIS OF EXTRAOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS USING VARIOUS FIXATION CONSTRUCTIONS

I.M. Rublenik<sup>1</sup>, S.V. Bilyk<sup>1</sup>, K.V. Hutsuliak<sup>2</sup>,  
A.G. Shaiko-Shaikovsky<sup>2</sup>

**Abstract.** This article analyzes the methodology and the results of comparative biochemical research into the nature of stability of osteosynthetic properties of a femur sample synthesized using an extraosseous AO plate and a double derotational plate, during perpendicular diaphyseal fractures. The advantages of fixating bone fragments with the aid of double derotational plates are examined using an evaluation of stability of fixation given the action of both simple and several complex types of stress.

**Key words:** osteosynthesis, extraosseous fixators, stress, rigidity of deformation.

<sup>1</sup> – Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)

<sup>2</sup> – Yury Fed'kovich National University (Chernivtsi)

*Clin. and experim. pathol.* – 2003. Vol.2, №1. P.70–73.

Надійшла до редакції 17.02.2003