

БИОМЕХАНИЧНА ОЦІНКА РІЗНИХ СПОСОБІВ ФІКСАЦІЇ ПРИ НЕСТАБІЛЬНИХ ПЕРЕЛОМАХ ВЕРТЛЮГОВОЇ ДІЛЯНКИ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ В ЕКСПЕРИМЕНТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ В КЛІНІЦІ

В експерименті на 18 препаратах трупних кісток людей похилого віку змодельовані нестабільні (А.2) переломи вертлюгової ділянки стегнової кістки. Препарати розподілили на 3 групи по 6 у кожній. У першій групі відламки фіксували ніжною ендопротеза з цементом, у другій – фіксатором DHS і в третій – кутовими 130-градусними пластинами. Проведені біомеханічні дослідження стабільності фіксації відламків до навантажень по осі, на злам і до максимальних динамічних навантажень на осі. Результати дослідження показали високу жорсткість фіксації відламків кутовими пластинами і невисоку стійкість їх до максимальних компресійних навантажень. При остеосинтезі DHS пластиною, препарати витримували вагу до 140 кг, але виявилися удвічі менш стійкими до циклічних навантажень і навантажень на злам, ніж при фіксації відламків кутовими пластинами, і у вісім разів слабкіше (до 12%), ніж фіксовані ендопротезом. При фіксації дротом, гвинтом і ніжною ендопротеза на цементі, стійкість до навантажень була близькою до неушкодженої кістки.

Ключові слова: біомеханіка, через- та міжвертлюгові переломи, металоостеосинтез, навантаження, типи фіксації.

Вступ

Ефективність лікування хворих з переломами кісток є однією з найважливіших проблем у сучасній медицині і травматології – ортопедії зокрема. Останніми роками в Україні та у світі широко і успішно впроваджують сучасні методи лікування хворих з переломами вертлюгової ділянки стегнової кістки [3]. Проте, постійно триває пошук нових способів остеосинтезу [4-7] і досліджується адекватність традиційного підходу до лікування пацієнтів з даною патологією. Огляд джерел наукової літератури свідчить, що нестабільні переломи типів А2-3, А3 (за класифікацією АО /ASIF) викликають інтерес багатьох дослідників у зв'язку з великою кількістю ускладнень і незадовільних результатів. Проведено багато досліджень, у яких порівнювали різні способи фіксації, і отримано суперечливі результати [1-3, 8-10].

МЕТА роботи – визначити жорсткість фіксації відламків за умов нестабільного черезвертлюгового перелому стегнової кістки кутовою пластиною (КП), фіксатором DHS та металоцементним остеосинтезом з тотальним ендопротезуванням,

провести біомеханічне обґрунтування вибору методу фіксації з клінічним застосуванням у пацієнтів похилого віку.

Матеріали і методи

З метою проведення експериментальних досліджень, на кафедрі оперативної хірургії і топографічної анатомії Івано-Франківського національного медичного університету було заготовлено 18 трупних стегнових кісток людей похилого віку з ідентичними антропометричними даними. Кістки очищено від м'яких тканин і фіксовано у розчині формаліну. На препаратах створено модель нестабільного черезвертлюгового перелому (Рис. 1).



Рис. 1. Фото моделі нестабільного черезвертлюгового перелому стегнової кістки.

У випробувальному центрі біомеханіки Національного технічного університету України "КП" було проведено стендові натурні дослідження за цих умов; їх результати зафіксовані протоколом.

Досліджуваний матеріал розподілено на 3 групи по шість препаратів. Відламки у першій групі фіксовані ніжною ендопротеза на кістковому цементі і серкляжним дротом, у другій – фіксаторами DHS, а у третій – кутовими 130°-градусними пластинами (Рис. 2).



Рис. 2. Фотовідбитки рентгенограм препаратів кісток, відламки яких фіксовано: А – кутовою пластиною; Б – DHS пластиною; В – ендопротезом.

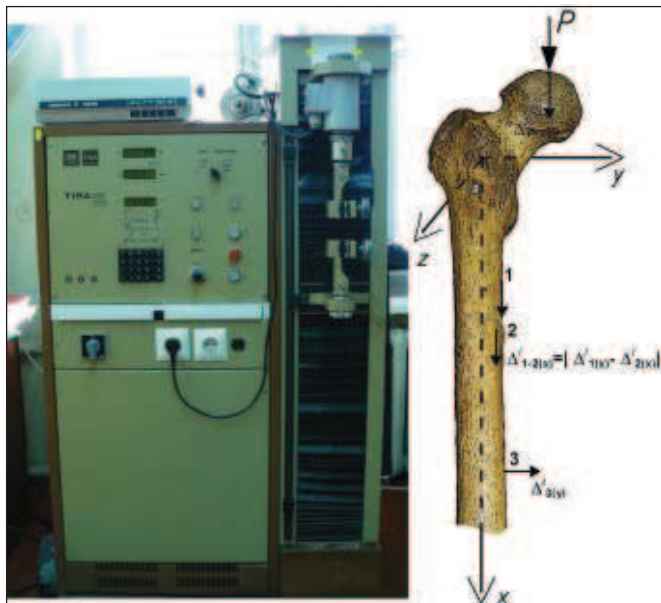


Рис. 3. Загальний вигляд випробувальної машини. Схема препарату з нанесеними осями і точками прикладання сил



Рис. 4. Фотографії препаратів під час дослідження жорсткості фіксації в умовах осьових та бічних навантажень.

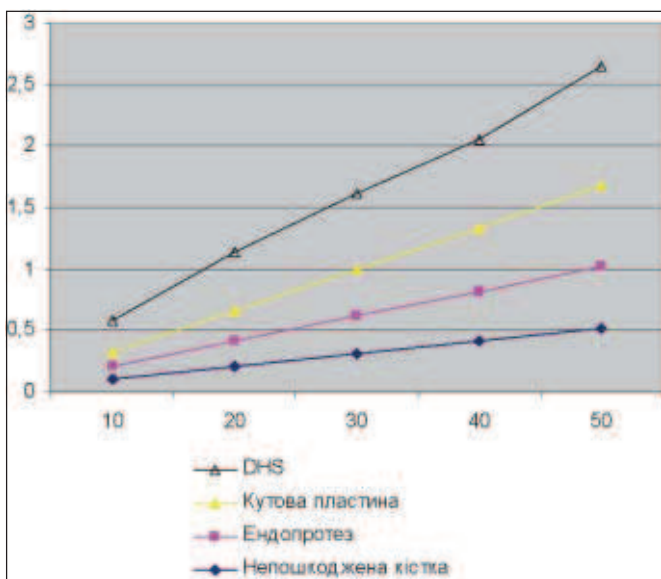


Рис.5.Графік деформації препаратів під дією згинальних навантажень на згин.

На універсальній випробувальній машині TIRATEST-2151 відтворювали умови фізіологічного навантаження на стегнову кістку, вивчали жорсткість фіксації відламків, їх стійкість до статичних і циклічних дій на згин і по осі та до максимальних аксіальних навантажень.

Навантаження проводили на головку стегнової кістки (ендопротеза) вздовж біомеханічної осі і під прямим кутом до неї. Досліджували деформацію препаратів в трьох площинах (Рис.3). Загальні переміщення зразків реєстрували за допомогою вимірювальної системи випробувальної машини. Переміщення, деформацію окремих відламків, кісток та імплантатів вимірювали за допомогою індикатора годинникового типу ГЧ -10 з точністю до 0.01мм (Рис. 4). На підставі отриманих вимірів розраховували сумарні зміщення та взаємну дислокацію між основними фрагментами, накопичення деформації за циклічних навантажень, максимально допустимі навантаження по осі.

Результати та їх обговорення

Результати досліджень показали, що середні показники деформацій препаратів, відламки яких фіксовані ендопротезом, під дією згинальних навантажень нижчі, ніж у неушкодженої кістки за рахунок жорсткості ніжки ендопротеза (Рис. 5). Деформація препаратів з фіксацією КП у 1,3 рази, а DHS – у 2,5 рази більша, ніж деформація препаратів за умов остеосинтезу ендопротезом. Відповідно сумарне взаємне зміщення відламків у разі фіксації КП у 5 разів, а у випадку фіксації DHS – у 8 разів більше, ніж за фіксації ендопротезом. Жорсткість препаратів загалом і жорсткість фіксації відламків була найвищою і близькою до параметрів неушкодженої кістки у разі металоцементного остеосинтезу за допомогою ендопротезування. Якщо жорсткість фіксації відламків ендопротезом прийняти за 100%, то жорсткість фіксації в умовах остеосинтезу КП буде становити 26,6%, а фіксатором DHS – 18%.

Дослідження в умовах циклічних навантажень на злам і компресійних навантажень окремо показали, що накопичення деформації у першому випадку відбувалось однаково в препаратах з КП та пластиною DHS, при цьому деформація кісток з КП і DHS була більшою, ніж у випадку ендопротезування (Рис. 6а).

У разі циклічних згинальних навантажень, препарати з ендопротезом виявилися жорсткішими за неушкоджену кістку завдяки ніжці ендопротеза.

За умов циклічних компресійних навантажень препарати з ендопротезом виявилися однакови-

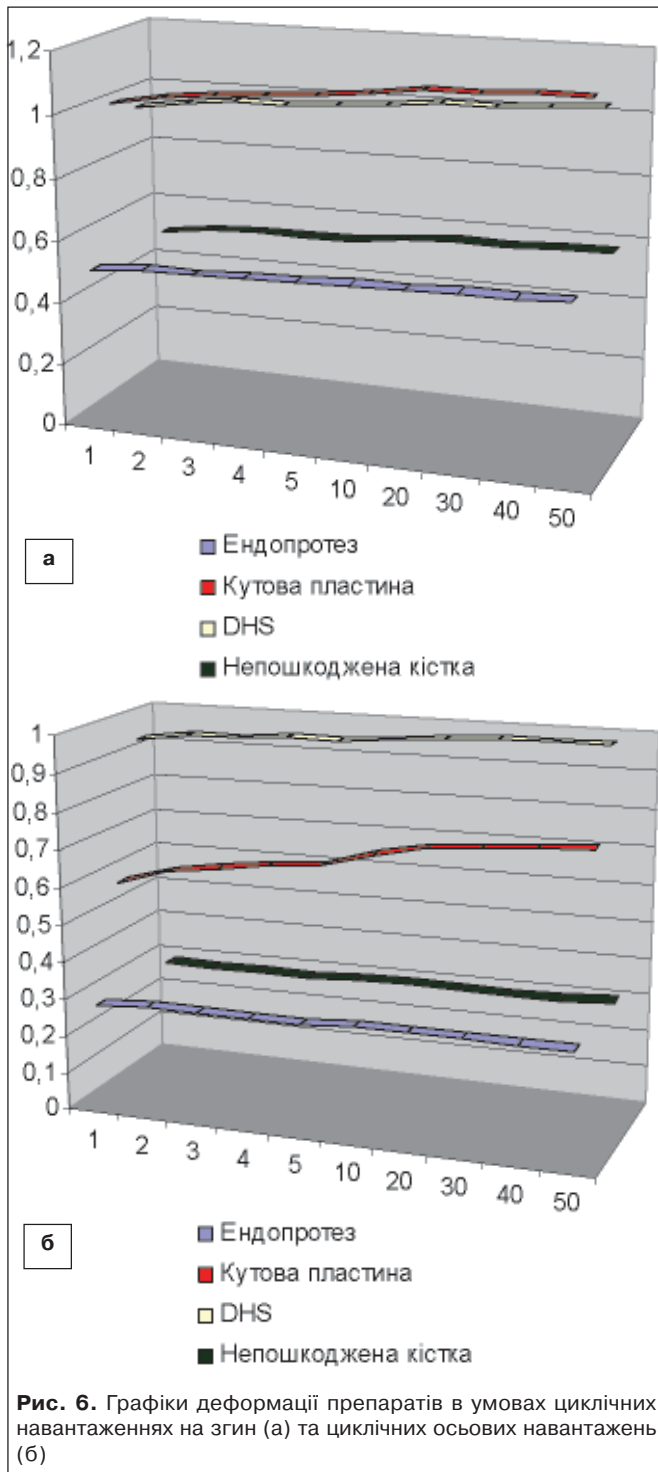


Рис. 6. Графіки деформації препаратів в умовах циклічних навантажень на згин (а) та циклічних осьових навантажень (б)

ми за жорсткістю з неушкодженою кісткою (Рис. 6 б); препарати з КП показали втричі меншу стійкість, ніж препарати з ендопротезом і втричі більше, ніж фіксовані пластиною DHS.

Дослідження препаратів в умовах максимальних осьових навантажень показало, що з ендопротезом вони витримують таке ж навантаження, як і неушкоджена кістка – понад 4 000Н (400 кг), при цьому лінійність діаграми порушується при навантаженні 3 700 – 3 800 Н. За умов фіксації відламків пластиною DHS препарати витримують до 1 400 Н (140 кг), після чого починається їх руйнування, а препарати з фіксацією КП, витри-

мують навантаження близько 300 Н (30 кг), потім настає деформація пластини і руйнування препарату.

З врахуванням результатів експериментального біомеханічного дослідження різних методів фіксації відламків у разі нестабільних переломів проксимальної ділянки стегнової кістки нами проведено хірургічне лікування 234 пацієнтів похилого віку з через- та міжвертлюговими переломами. Оперовані розподілені на 4 групи. До першої групи увійшли 42 чол., яким виконано остеосинтез кутовими пластинами /КП/. Другу групу склали 58 хворих, яким застосовано фіксатор DHS. У третій групі з 61 пацієнта, використано остеосинтез гама-цв'яхом. Четвертій групі в складі 73 чол., виконано тотальне ендопротезування кульшового суглоба з цементною фіксацією компонентів.

У 89% пацієнтів наявні хронічні захворювання різного профілю, ступеня важкості і локалізації. В групі хворих, яким виконували первинне ендопротезування було найбільше складних уламкових і нестабільних переломів, а також найбільш виражений остеоартроз, остеопороз, низький морфологічний кортикальний індекс. Наш досвід показав, що застосування тотального цементного ендопротезування у пацієнтів похилого віку з проксимальними переломами стегнової кістки дозволяє уникнути негативного впливу вказаних чинників на результати хірургічного лікування. При застосуванні тотального цементного ендопротезування кульшового суглоба у хворих похилого віку з через- та міжвертлюговими переломами стегнової кістки відмінні результати за шкалою Harris отримані у 17,5% хворих, добрі – у 65%, задовільні – у 15% і незадовільні – у 2,5% хворих.

Результати проведених нами досліджень знайшли відображення у Клінічних рекомендаціях по лікуванню переломів під редакцією Коржа М.О. та Страфуна С.С.

Висновки

1. Одержані нами результати досліджень показали високу жорсткість фіксації відламків кутовими пластинами за умов нестабільних черезвертлюгових переломів стегнової кістки і низьку здатність цього виду фіксації витримувати осьові навантаження. У разі фіксації відламків пластиною DHS, препарати хоча і витримують значні осьові навантаження, але виявилися найменш стійкими до згинальних і циклічних навантажень.

2. У випадку нестабільних черезвертлюгових переломів стегнової кістки, фіксація відламків серкляжним дротом, гвинтом і нішкою ендопротеза на цементі показала стійкість препаратів

до навантаження, близьку до неушкодженої кістки, а також помітний вплив, ніжки ендопротеза на природну еластичність стегнової кістки.

3. Металоцементний остеосинтез вертлюгової ділянки стегнової кістки з цементним ендопротезуванням кульшового суглоба може бути альтернативою традиційному металоостеосинтезу у лікуванні хворих похилого віку з через- та міжвертлюговими переломами.

4. Багатофакторний кореляційний аналіз результатів хірургічного лікування хворих похилого віку з проксимальними переломами стегнової кістки показав переваги застосування цементного ендопротезування.

Література

1. Анкин Л.М. Практическая травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения /Анкин Л.М., Анкин М.Л.–М: Книга-плюс, 2002. – 480 с.
2. Герцен Г. И. Металоостеосинтез надвиростковых переломів стегнової кістки у пацієнтів літнього та старечого віку / Герцен Г. И., Малкаві А. // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2003. – № 2. – С. 18-20.
3. Корж М.О., Страфун С.С. Клінічні рекомендації по лікуванню переломів. – 2013. – 219 с.
4. A biomechanical analysis of the sliding hip screw: the question of the plate angle. / [Meislin R. J., Zuckerman J. D., Kummer F. J., Frankel V. H.] // Journal of Orth. Trauma. – 1990. – Vol. 4. – P. 130-136.
5. Biomechanical evaluation of anatomic reduction versus medial displacement osteotomy in unstable intertrochanteric fractures. / [Chang W. S., Zuckerman J. D., Kummer F. J., Frankel V. H.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1987. – Dec. – Vol. 225. – P. 141-146.
6. Egan K. J. Biomechanics of total hip arthroplasty. / Egan K. J., Kummer F. J., Frankel V. H. // Semin. Arthroplasty. – 1993. – Oct. – Vol. 4. – P. 288-301. 7. Helical blade versus sliding hip screw for treatment of unstable intertrochanteric hip fractures: a biomechanical evaluation. / [Strauss E., Frank J., Lee J., Kummer F. J., Tejwani N.] // Injury. – 2006. – Oct. – Vol. 37(10). – P. 984-989.
7. Treatment of Reverse Oblique and Transverse Intertrochanteric Fractures with Use of an Intramedullary Nail or a 95° Screw-Plate. / [C. Sadowski, A. Lubbeke, M. Saudan, N. Riand, R. Stern, P. Hoffmeyer]. // Journal of Bone and Joint Surgery America. – 2002. – March. – 84 A. – P. 372 – 381.
8. Haidukewych G. J. Hip arthroplasty for salvage of failed treatment of intertrochanteric hip fractures. / Haidukewych G. J., Berry D. J. – Journal of Bone and Joint Surgery America. – 2003. – May. – 85-A(5). – P. 899-904.
9. A prospective trial comparing the Holland nail with the dynamic hip screw in the treatment of intertrochanteric fractures of the hip. / N. J. Little, V. Verma, C. Fernando, D. S. Elliott, A. Khaleel.// Journal of Bone and Joint Surgery – British Volume. – 2008. – Vol. 90-B. – Issue 8. – P.1073-1078.

Л.М. Юрийчук, М.В.Полулях, Н.С. Клепач, Н.С.Шидловський, А.И. Баран, Ю.И. Попович

Биомеханическое исследование разных способов фиксации при нестабильных переломах вертельной области бедренной кости в эксперименте и применение результатов исследования в клинике

В эксперименте на 18 препаратах трупных костей пожилых людей смоделированы нестабильные (А.2) переломы вертельной области бедренной кости. Препараты распределили на 3 группы по 6 в каждой. В первой группе отломки фиксировали ножкой эндопротеза с цементом, во второй – фиксатором DHS и в третьей – угловыми 130°-градусными пластинами. Проведены биомеханические исследования устойчивости фиксации отломков к нагрузкам по оси, на излом и к максимальным динамическим нагрузкам по оси. Результаты исследования показали высокую жесткость фиксации отломков угловыми пластинами и невысокую устойчивость их к максимальным компрессионным нагрузкам. При остеосинтезе DHS пластиной, препараты выдерживали вес до 140 кг, но оказались в два раза менее устойчивыми к циклическим нагрузкам и нагрузкам на излом, чем при фиксации отломков угловыми пластинами, и в восемь раз слабее (до 12%), чем фиксированные эндопротезом. При фиксации проволокой, винтом и ножкой эндопротеза на цементе, устойчивость к нагрузкам была близкой к неповрежденной кости.

Ключевые слова: биомеханика, чрез- и межвертельные переломы, металлоостеосинтез, нагрузки, типы фиксации.

L.M. Yuriychuk, M.V. Poluliakch, M.S. Klepach, M.S.Shidlovskyy, A.I. Baran Y.I. Popovych

Biomechanical evaluation of different fixational methods in unstable intertrochanteric fractures in the experimental study and the implementation of the study results in practice

Simulated, unstable intertrochanteric hip fractures (type AO-A2) were created in 18 specimens of old hip bones. Eighteen pairs of femurs were assigned randomly to 3 groups: 6 fractures were fixed with hip cemented endoprosthesis, in the second group – with DHS fixation, and in the third group the fractures were fixed with 130 degrees' angle plates. We performed biomechanical tests of the bone fragments fixations to be stable under different types of loadings. This study demonstrated that fixation with 130° angle plate showed high strain of fixation and its failure to minor (weight-bearing) loadings.

The specimens that were fixed with DHS, stood the loading of up to 140 kg, but turned to be twice less stable at flexing and cyclic loading, then 130° angle plate; and 8 times less stable (up to 12%) then the fixation with the prosthesis. This study demonstrated that fixation with the use of total hip cement arthroplasty combined with additional wire and screw fixation, is biomechanically superior to other fixation of unstable intertrochanteric hip fractures.

Key words: biomechanics, inter- and trochanteric fractures, total hip arthroplasty, loadings, types of fixation.