

УДК 616.717/.718-001.5-089.2(048.8)

Сучасні тенденції остеосинтезу метафізарних та метадіафізарних переломів довгих кісток (огляд літератури)

О. А. Тяжелов, Н. Ю. Полстаєва

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

Ключові слова: остеосинтез, метафізарні та метадіафізарні переломи, фіксація

Сьогодні оптимальне лікування нестабільних метафізарних та метадіафізарних переломів довгих кісток залишається дискусійним. Близьке розташування таких переломів до суглоба робить хірургічне лікування складнішим, ніж у випадку їхньої локалізації в діафізарній зоні. Для цих ушкоджень були запропоновані різноманітні методи лікування: зовнішній остеосинтез, фіксація за допомогою пластини, інтрамедулярний остеосинтез, а також консервативні методи. Кожен з цих варіантів лікування має певні переваги та недоліки, а також специфічні показання.

Консервативне лікування може бути ускладнене втратою репозиції та подальшим зрощенням із залишковою деформацією.

Зовнішній остеосинтез забезпечує стабілізацію перелому кінцівки на відстані від його безпосередньої локалізації та без ушкодження м'яких тканин навколо нього. Крім забезпечення стабільності перелому кінцівки, збереження довжини кістки і її правильного положення, цей метод дозволяє проводити огляд м'якотканинних структур. До показань для зовнішньої фіксації відносять переломи на тлі дефіциту кісткової тканини, відкриті переломи зі значним ушкодженням м'яких тканин, переломи, пов'язані з інфекцією, а також значно роздроблені та нестабільні [3]. Т. Kabata та співавт. [15] провели клінічне обґрунтування реконструкції навколосуглобових незрощень за допомогою дистракційного остеосинтезу у разі недостатньої мінеральної щільності кістки. Автори отримали хороші результати лікування та дійшли висновку, що незважаючи на тривалість післяопераційної зовнішньої фіксації, дистракційний остеосинтез може бути цінною альтернативою у лікуванні навколосуглобових незрощень. Однак зовнішній остеосинтез метафізарних та метадіафізарних переломів може ускладнитися

недостатньою репозицією, зрощенням із залишковою деформацією і стати причиною інфекції [35].

Інтрамедулярний остеосинтез можна вважати «золотим стандартом» для лікування діафізарних переломів довгих кісток. Частина авторів визнають цей метод як доцільний у випадку метафізарної локалізації переломів [5, 22, 23, 28, 34, 37, 38], але є певні сумніви з приводу його використання для цієї категорії ушкоджень. Це пов'язано з технічними труднощами фіксації стрижня, ризиком проникнення імплантату в суглоб, невідповідністю між діафізарним і метафізарним діаметром кістково-мозкового каналу [35].

Накісткова фіксація переломів пластиною та гвинтами є доволі поширеним та ефективним варіантом остеосинтезу метафізарних та метадіафізарних переломів. Існує кілька основних видів функцій пластин (опорні, компресійні, захисні, мостоподібні), які використовують залежно від анатомічної зони, типу перелому та розміру кістки [3]. До недоліків відкритої репозиції та накісткової фіксації кісткових відламків пластиною можна віднести значне розсічення м'яких тканин, яке може призвести до інфекційних та інших ускладнень [35]. Щодо цього, то перспективним є розвиток методів черезшкірного малоінвазивного устанавлення пластин [19].

R. Curtis та співавт. [4] провели патентно-інформаційний огляд, щоб оцінити, які ідеї використовують для поліпшення фіксації метафізарних переломів остеопоротичної кістки, і проаналізувати, чи впроваджена обрана концепція у клінічне використання. Автори нагадують, що внаслідок патологічних особливостей остеопоротичні зміни починаються в губчастій кістці. Отже, в метафізах кістки більша ймовірність виникнення остеопоротичних переломів, ніж в її діафізі. Необхідність імплантатів для фіксації таких переломів також

зумовлена слабкими механічними властивостями кістки в цій ділянці. Дослідники і розробники зазвичай дотримуються одного з трьох методів для вирішення проблеми лікування переломів остеопоротичної кістки: перший дозволяє здійснювати підганяння фіксатора; другий — поліпшення розподілу і передачі навантаження гвинтами, які надають кутову стабільність; третій — аугментацію з використанням замінників кістки. Установлення екстра- або інтрамедулярних пристроїв має довгу клінічну історію. Однак наразі післяопераційні ускладнення, особливо в остеопоротичній кістці, є підставою для подальшого вдосконалення таких імплантатів і відповідних хірургічних методів.

Результати лабораторної оцінки елементів, які дозволяють здійснювати їх підганяння, є надійними, а можливості цього підходу повинні повністю експлуатуватись у клініках. Застосування внутрішніх фіксаторів з гвинтами із кутовою стабільністю відкриває простір для багатьох нових ідей закріплення відламків та оптимізації розподілу і передачі навантаження. Методи аугментації можуть покращити закріплення імплантату в остеопоротичній кістці. Однак властивості замінників кістки мають бути змінені та поліпшені відповідно до чинних вимог. Підсумовуючи процес розвитку та клінічного використання імплантатів, R. Curtis та співавт. [4] наголошують, що не тільки біомеханічна перевага, але й низка інших факторів мають визначати клінічний успіх нового принципу фіксації або імплантату: до проблеми лікування метафізарних переломів у пацієнтів з остеопорозом повинен бути міждисциплінарний підхід.

Останнім часом багато наукових робіт було спрямовано на визначення оптимального методу фіксації метафізарних та метадіафізарних переломів різних анатомічних видів довгих кісток — плечової, променевої, великогомілкової, стегнової. У представленій роботі наводимо деякі результати цих експериментальних та клінічних досліджень і намагаємось зробити висновок про загальні принципи фіксації переломів довгих кісток зазначеної локалізації, особливо за умов остеопорозу.

Остеосинтез метафізарних та метадіафізарних переломів плечової кістки

J. Korner та співавт. [17] провели порівняльний аналіз біомеханічних властивостей варіантів остеосинтезу переломів дистального відділу плечової кістки двома пластинами (з розташуванням дорзально та під кутом 90° одна відносно одної) і двох варіантів пластин (звичайних реконструкційних і блокованих компресійних пластин LCP). Автори випробували модель перелому з надви-

ростковим остеотомованим проміжком 5 мм, що відтворює метафізарне дроблення (тип 13-A 3.3 за класифікацією АО). Продемонстрували, що жоден з тестованих імплантатів не руйнується за умов циклічного навантаження в межах кількості циклів, що відповідають періоду трьохмісячного використання.

У випадку застосування пластин, розміщених одна відносно одної під кутом 90° , первинна їх жорсткість за вигину в передньозадньому напрямкові та скручування була значно більшою порівняно з дорзально розміщеними. Дослідники зробили висновок, що біомеханічна поведінка конструкції для остеосинтезу залежить більше від конфігурації розміщення пластин, ніж від їх типу. Однак автори зазначають, що пластини LCP були б клінічно доцільнішими для хворих зі зниженою мінеральною щільністю кістки або за умов метафізарного дроблення.

V. Füchtmeier та співавт. [6, 7] провели порівняльний біомеханічний аналіз імплантатів для стабілізації переломів проксимального відділу плечової кістки. Щоб обґрунтувати можливість використання нового інтрамедулярного цвяху Sirius, автори промодельовали субкапітальний нестабільний перелом на 12 парах анатомічних препаратів плечової кістки людини. Один препарат з пари було стабілізовано за допомогою цього цвяху, а інші — інтрамедулярного стрижня для проксимального відділу плечової кістки зі спіральними лезами чи пластини PHILOS, або використовуючи 4,5-міліметрові АО Т-пластини. Імплантат Sirius продемонстрував значно вищі показники жорсткості під час навантаження, що скручує та згинає, особливо у порівнянні зі стабілізуювальними пластинами (приблизно у два рази більші). Інтрамедулярний стрижень для проксимального відділу плечової кістки зі спіральними лезами також мав гірші показники жорсткості, ніж імплантат Sirius, але ці недоліки компенсує мінімально-інвазивна імплантація цього пристрою [6, 7].

У роботі R. Hertel [12] проаналізовано різні варіанти лікування переломів проксимального відділу плечової кістки у хворих із маніфестним остеопорозом. Великі жорсткі імплантати при цьому неадекватні та можуть викликати додаткове ушкодження. Імплантаційні конструкції повинні добре розподіляти навантаження. Провідну роль у досягненні необхідного розподілу навантаження у разі фіксації мають пружні метафізарні фіксувальні конструкції. Система повинна дозволяти контрольоване здавлювання та витримувати випадкові пікові навантаження. Автор дійшов висновку, що для здійснення такого типу фіксації необхідно створити тонкий та гнучкий імплантат.

У випадку переломів плечової кістки, зокрема метафізарних та метадіафізарних, виконувати той чи інший вид остеосинтезу стає важким завданням через складну анатомію зазначеного сегменту. Так, у разі переломів дистальної третини плечової кістки оптимальним способом фіксації вважають остеосинтез за допомогою пластини, але виконання такої операції потребує доволі травматичного доступу та виділення променевого нерва, що нерідко призводить до його тимчасової нейропатії [37]. Для фіксації переломів проксимальної третини плечової кістки часто використовують інтрамедулярний цвях із блокуванням. Цей метод не пов'язаний зі значною крововтратою, але під час введення імплантату ймовірно ушкодження обертальної манжети плеча та аксиллярного нерва за його проксимального блокування [37].

М. Plecko та А. Kraus [24] проаналізували результати внутрішньої фіксації переломів проксимального відділу плечової кістки з використанням фіксувальної пластини. Автори зазначили, що цей метод фіксації показаний у разі нестабільних двох-, трьох-, чотирьохвідламкових переломів проксимального відділу плечової кістки типів 11-А 2 та А 3 відповідно до класифікації АО, незрощень та патологічних переломів зазначеної локалізації. Проведене дослідження демонструє, що вказаний метод внутрішнього остеосинтезу забезпечує стабільну фіксацію нестабільних переломів проксимального відділу плечової кістки до досягнення кісткової консолідації, дозволяє ранню мобілізацію плеча та активну реабілітаційну програму, гарантує хороший функціональний результат.

Остеосинтез метафізарних та метадіафізарних переломів променевої кістки

У випадку нестабільних переломів дистального відділу променевої кістки з фрагментацією зазвичай здійснюють закриту репозицію, а потім стабілізують перелом за допомогою внутрішньої або зовнішньої фіксації. За умов переломів кісток на фоні остеопорозу можна використовувати пластини з кутовою стабільністю [29]. Останнім часом для лікування дистальних переломів променевої кістки фіксувальні пластини використовують частіше [13, 25, 27]. R. Agora та співавт. проаналізували результати лікування дистальних переломів зазначеної локалізації за допомогою долонної фіксації пластиною у 112 пацієнтів і вважають, що переломи типів А 2 та А 3 (класифікація АО) з великими дистальними фрагментами є сприятливими показаннями для такого методу остеосинтезу [1].

Т. А. Ginn та співавт. [9] провели клінічне дослідження з використання фіксатору нового дизайну —

дистракційної пластини — у випадку дистальних переломів променевої кістки з метафізарним і діафізарним дробленням. Автори отримали у 64 % випадків відмінні, у 27 % — добрі та у 9 % — задовільні результати і вважають, що цей метод ефективний за умов таких видів переломів.

Т. Rousselon та К. Guelmi [28] тестували властивості нової системи остеосинтезу для переломів дистального відділу променевої кістки — центрального кістковомозкового криволінійного сталевого стрижня, введеного в шилоподібний відросток, у комбінації з проксимальною монокортикальною і дистальною бікортикальною фіксацією. Криві сил та переміщень показали, що інтрамедулярний остеосинтез за допомогою з'єднувального стрижня в три рази стійкіший до стискування, ніж бістилоїдне скріплення. Стабілізація таких переломів у порозній кістці повинна ґрунтуватися на дистальному гвинті у субхондральній кістці. На думку авторів, це єдиний елемент, здатний протистояти стискальним силам. Науковці стверджують, що досліджений імплантат дозволить відновити та зберегти довжину променевої кістки з надійною репозицією у всіх трьох вимірах і після проведення клінічного випробування може стати варіантом вибору для мінімально-інвазивної внутрішньої фіксації переломів дистального відділу променевої кістки.

Н. J. Kreder та співавт. [18] провели порівняльне дослідження використання шини та зовнішнього остеосинтезу з додатковою фіксацією спицями Кіршнера у випадку переломів дистального відділу променевої кістки з метафізарним зміщенням без суглобової інконгруентності. Автори відмітили, що у разі прямого зовнішнього остеосинтезу з додатковою фіксацією спицями Кіршнера функціональні, клінічні та рентгенографічні результати лікування були дещо кращими, але ця тенденція не досягла статистичної значущості. Спиці Кіршнера зазвичай тому не використовують як самостійний метод фіксації, що вони не протидіють ротаційним навантаженням і мають слабкий опір силам, які згинають або скручують. Їх частіше застосовують для додаткової фіксації у комбінації з остеосинтезом пластинами та гвинтами у випадку навколосуглобових переломів [3].

Р. Gicquel та співавт. [8] проаналізували ефективність лікування метаепіфізарних переломів у дітей, коли використовували спиці з різьбленням та регульованим стопором. Автори повідомляють про стабільність імплантатів та хороші функціональні результати лікування. Фіксація за допомогою цих імплантатів, які характеризуються невеликим діаметром та легким використанням, не має недоліків, притаманних

гвинтовій фіксації. Т. Е. Trumble і W. M. Weil [31, 32] провели дослідження, яке демонструє, що для лікування молодих пацієнтів з позасуглобовими дистальними переломами променевої кістки зі зміщенням і мінімальним роздробленням можна застосовувати черезшкірну фіксацію лише з інтрафокальними (Karandji) спицями, а для хворих віком понад 55 років і дещо молодших з роздробленням двох або більше поверхонь променевого метафіза (або більше 50 % його діаметру) необхідна додаткова фіксація. Слід зазначити, що інші дослідники не рекомендують використовувати інтрафокальні спиці за умов вираженого остеопорузу [10, 21, 26].

Остеосинтез метафізарних та метадіафізарних переломів великогомілкової кістки

Багато наукових праць спрямовані на аналіз методів хірургічного лікування метафізарних та метадіафізарних переломів великогомілкової кістки [2, 5, 14, 20, 22, 23, 30, 34, 36]. Інтрамедулярний остеосинтез за таких переломів дозволяє виконати атравматичну закриту стабілізацію зі збереженням кровоносних судин ділянки перелому та цілісності прилеглих м'яких тканин [2]. Низка досліджень свідчить, що інтрамедулярний остеосинтез метафізарних переломів великогомілкової кістки є ефективним та безпечним [5, 22, 23, 34]. Анатомія кістково-мозкового каналу на цьому рівні перешкоджає близькому контакту між стрижнем і ендостом, однак немає впевненості щодо біомеханічної стабільності фіксації, крім того, є ризик зрощення перелому із залишковою деформацією [2].

С. А. Mueller та співавт. [20] експериментально дослідили первинну стабільність різних видів остеосинтезу у лікуванні переломів проксимального відділу великогомілкової кістки. Шляхом створення дефекту в метадіафізарній ділянці кістки моделювали нестабільний перелом. В одноосьовому випробувальному пристрої були протестовані 6 імплантатів з використанням квазистатичних і перевірчих переміщення методів та зареєстрована крива сил та переміщень. Результати показали, що системи внутрішньокісткового остеосинтезу витримують найбільші навантаження. Найменші осьові відхилення у варусному та вальгусному напрямкові були також знайдені для системи внутрішньокісткового остеосинтезу, а найбільші — зареєстровані для опорної пластини та мінімально-інвазивної системи стабілізації (LISS). Показники ротаційного зміщення у LISS-конструкції краці, ніж у опорної пластини. Автори зробили висновок, що більш високі навантаження краще витримують конструкції, розміщені в інтрамедулярному каналі, на відміну від розташованих ексцентрично.

К. W. Janssen та співавт. [14] провели ретроспективний аналіз та порівняли ефективність методів лікування дистальних переломів великогомілкової кістки: відкриту репозицію та фіксацію пластиною і закриту репозицію та інтрамедулярну фіксацію. Між цими методами не було знайдено розбіжностей за часом зрощення перелому, кількістю незрощень, відмов апаратних пристроїв та глибоких інфекцій, але у двох пацієнтів з фіксацією пластиною проти шістьох з інтрамедулярним остеосинтезом спостерігали зрощення великогомілкової кістки зі зміщенням. Автори вважають, що контроль відповідного положення кісткових відламків за умов інтрамедулярного остеосинтезу дистальних переломів великогомілкової кістки ускладнюється. Для мінімізації кількості зрощень із залишковою деформацією у випадках закритих і відкритих навколосуглобових переломів І типу в дистальній третині великогомілкової кістки вони радять використовувати відкриту репозицію та фіксацію відламків пластиною [14]. Але такий остеосинтез вимагає значного розтину і накладання періостальної пластини, що збільшує ризик ускладнень з боку м'яких тканин.

Черезшкірні методи установки пластини представлені непрямими методами репозиції і дозволяють стабілізувати дистальні переломи великогомілкової кістки зі збереженням кровоносних судин прилеглих м'яких тканин [2]. Е. W. Wong та Е. W. Lee [33] визначили ефективність репозиції та черезшкірної фіксації пластиною недіафізарних переломів довгих кісток нижньої кінцівки. В усіх досліджуваних випадках було досягнуто рентгенологічного зрощення та повної опори на кінцівку під час ходьби. Задовільні функціональні результати та відсутність м'якотканинних ускладнень спонукали авторів до висновку, що цей метод треба розглядати як варіант фіксації у разі метафізарних переломів, коли використовувати інтрамедулярні стрижні протипоказано.

Ж. Nolting та співавт. [22] провели ретроспективне, нерандомізоване дослідження та оцінили доцільність використання блокувальної компресійної пластини (LCP) як альтернативного методу лікування гіпертрофічних незрощень дистальних метафізарних та метадіафізарних переломів великогомілкової кістки. Початковий досвід використання LCP-систем свідчить, що новий метод фіксації є надійним у лікуванні зазначених незрощень.

У випадку інфікованих ран або значного ушкодження м'яких тканин ефективна зовнішня фіксація [2]. А. Khorbi та співавт. [16] провели ретроспективний аналіз 46 навколосуглобових метафізарних переломів великогомілкової кістки, пролікованих за

допомогою зовнішнього остеосинтезу з використанням апарата Hoffman. Ці переломи є протипоказанням для замкнутого інтрамедулярного внутрішньокісткового остеосинтезу у зв'язку з недостатньою довжиною проксимального відділу кінцівки. До того ж, такі переломи часто пов'язані з ушкодженням м'яких тканин, що також ускладнює застосування інтрамедулярного остеосинтезу та збільшує ризик негативних результатів. У зв'язку з цим було вибрано зовнішню фіксацію. Результати лікування були прийнятними у 84 % випадків, тому автори вважають, що зовнішня фіксація із застосуванням апарата Hoffman є надійним методом лікування навколосуглобових проксимальних метафізарних переломів великогомілкової кістки.

Остеосинтез позасуглобових метафізарних та метадіафізарних переломів стегнової кістки

У хірургічному лікуванні проксимальних переломів стегнової кістки без поширення на ділянку її головки найчастіше використовують інтрамедулярний остеосинтез завдяки його біомеханічній ефективності. Так, закритий спосіб введення та блокування інтрамедулярного цвяху за допомогою спеціального гвинта дозволяє створити динамічну рівновагу між силами розтягнення та стискання, наблизити центр обертання головки до анатомічної осі сегмента, зменшити тим самим довжину важелю імплантату шляхом більш рівномірного розподілу сил навантаження між фіксатором та кісткою [37]. Для позасуглобових дистальних переломів стегнової кістки (A1, A2, A3 за класифікацією АО) стандартом фіксації є пластини та динамічні виросткові гвинти або 95-градусні виросткові клинкові пластини, які забезпечують стабільну фіксацію. Проте пластини з динамічними виростковими гвинтами простіше встановлювати, вони надають більше міжфрагментарне стискання і дозволяють легше вправляти зміщення в сагітальній площині [19]. Деякі автори вказують, що за умов такої локалізації перелому використання ретроградної інтрамедулярної фіксації також ефективно, хоча цей метод травматичніший, ніж застосування клинкових пластин із кутовою стабільністю [11]. Інші дослідники вважають блокувальний інтрамедулярний остеосинтез для лікування переломів дистального відділу стегна у багатьох випадках доцільнішим, ніж накістковий [38].

Висновки

Аналіз наведеної інформації свідчить, що нині найбільш популярними є методи фіксації метафізарних та метадіафізарних переломів за допомогою різних видів пластин. Загалом, результати остеосинтезу пластинами непогані, але експериментальні

дослідження часто вказують на те, що біомеханічні показники інтрамедулярних фіксаторів дещо кращі. Їх застосування обмежено через технічні труднощі фіксації стрижня, ризик його проникнення в суглоб і невідповідність між діафізарним і метафізарним діаметрами кістковомозкового каналу. Імовірно, що подальше вдосконалення інтрамедулярних конструкцій сприятиме їх ширшому впровадженню. Щодо остеосинтезу метафізарних та метадіафізарних переломів за допомогою пластин, то досить перспективною є оптимізація малоінвазивних систем стабілізації. На сьогодні вибрати доцільний імплантат і мінімізувати післяопераційні ускладнення можна за допомогою ретельного передопераційного планування з урахуванням структури перелому та стану м'яких тканин у кожному конкретному випадкові.

Список літератури

1. Limits of palmar locking-plate osteosynthesis of unstable distal radius fractures / R. Arora, M. Lutz, R. Zimmermann et al. // *Handchir Mikrochir. Plast. Chir.* — 2007. — Vol. 39, № 1. — P. 34–41.
2. Bedi A. Surgical treatment of nonarticular distal tibia fractures / A. Bedi, T. T. Le, M. A. Karunakar // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2006. — Vol. 14, № 7. — P. 406–416.
3. Buckley R. General Principles of Fracture Care [Електронний ресурс] / R. Buckley, D. A. Carlo, M. D. Panaro. — overview. — 2012. — Режим доступа: <http://www.eMedicine.medscape.com/article/1270717>.
4. Fixation principles in metaphyseal bone — a patent based review / R. Curtis, J. Goldhahn, R. Schwyn et al. // *Osteoporos. Int.* — 2005. — Vol. 16, № 2. — P. 54–64.
5. Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures? / K. A. Egol, R. Weisz, R. Hiebert et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2006. — Vol. 20, № 2. — P. 94–103.
6. A comparative biomechanical analysis of implants for the stabilization of proximal humerus fractures / B. Füchtmeier, R. May, J. Fierlbeck et al. // *J. Technology Health Care.* — 2006. — Vol. 14, № 4–5. — P. 261–270.
7. Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants / B. Füchtmeier, R. May, R. Hente et al. // *J. Arch. Orthop. Trauma Surg.* — 2007. — Vol. 127, № 6. — P. 441–447.
8. Treatment of epiphyseo-metaphyseal fractures in children with an original implant. The threaded pin with an adjustable lock (Fixano) / P. Gicquel, M. C. Giacomelli, C. Karger, J. M. Clavert // *Oper. Orthop. Traumatol.* — 2005. — Vol. 17, № 1. — P. 51–65.
9. Use of a distraction plate for distal radial fractures with metaphyseal and diaphyseal comminution. Surgical technique / T. A. Ginn, D. S. Ruch, C. C. Yang, D. P. Hanel // *J. Bone Joint Surg.* — 2006. — Vol. 88-A, № 1. — P. 29–36.
10. Greatting M. D. Intrafocal (Kapandji) pinning of unstable fractures of the distal radius / M. D. Greatting, A. T. Bishop // *Orthop. Clin. North. Am.* — 1993. — Vol. 24, № 2. — P. 301–307.
11. Hartin N. Retrograde nailing versus fixed-angle blade plating for supracondylar femoral fractures: a randomized controlled trial / N. Hartin, I. Harris, K. Hazratwala // *ANZ Journal of Surgery.* — 2006. — Vol. 76, № 5. — P. 290–294.
12. Hertel R. Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone /

- R. Hertel // *Osteoporos Int.* — 2005. — Vol. 16, № 2. — P. 65–72.
13. Open reduction and palmar plate-osteosynthesis in combination with a nanocrystalline hydroxyapatite spacer in the treatment of comminuted fractures of the distal radius / F. X. Huber, J. Hillmeier, L. Herzog et al. // *J. Hand Surg [Br]*. — 2006. — Vol. 31, № 3. — P. 298–303.
 14. Janssen K. W. Treatment of distal tibial fractures: plate versus nail : A retrospective outcome analysis of matched pairs of patients / K. W. Janssen, J. Biert, A. van Kampen // *J. Int. Orthop.* — 2007. — Vol. 31, № 5. — P. 709–714.
 15. Reconstruction with distraction osteogenesis for juxta-articular nonunions with bone loss / T. Kabata, H. Tsuchiya, K. Sakurakichi et al. // *J. Trauma.* — 2005. — Vol. 58, № 6. — P. 1213–1222.
 16. Use of Hoffman external fixation for extra-articular upper metaphysealtibial fractures / A. Khorbi, N. Haddad, M. Chebil et al. // *Tunis Med.* — 2006. — Vol. 84, № 1. — P. 21–25.
 17. A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates / J. Korner, G. Diederichs, M. Arzendorf et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2004. — Vol. 18, № 5. — P. 286–293.
 18. A randomized, controlled trial of distal radius fractures with metaphyseal displacement but without joint incongruity: closed reduction and casting versus closed reduction, spanning external fixation, and optional percutaneous K-wires / H. J. Kreder, J. Agel, M. D. McKee et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2006. — Vol. 20, № 2. — P. 115–121.
 19. Fractures of the distal third of the humerus with palsy of the radial nerve: management using minimally-invasive percutaneous plate osteosynthesis / B. Livani, W. D. Belangero, R. Castro de Medeiros // *J. Bone Joint Surg.* — 2006. — Vol. 88-B, № 12. — P. 1625–1628.
 20. Mueller C. A. Primary stability of various forms of osteosynthesis in the treatment of fractures of the proximal tibia / C. A. Mueller, C. Eingartner, E. Schreitmuller // *J. Bone Joint Surg.* — 2005. — Vol. 87-B, № 3. — P. 426–432.
 21. Namazi H. Awful considerations with LCP instrumentation: a new pitfall / H. Namazi, K. Mozaffarian // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* — 2007. — Vol. 127, № 7. — P. 573–575.
 22. Nolting J. Treatment of hypertrophic non union of the distal tibial shaft with percutaneously inserted locking plate Initial report on experience in 4 cases / J. Nolting, R. Wirbel, A. Seekamp // *Unfallchirurg.* — 2006. — Vol. 109, № 3. — P. 256–260.
 23. Intramedullary nailing of proximal quarter tibial fractures / S. E. Nork, D. P. Barei, T. A. Schildhauer et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2006. — Vol. 20, № 8. — P. 523–528.
 24. Plecko M. Internal fixation of proximal humerus fractures using the locking proximal humerus plate / M. Plecko, A. Kraus // *Oper. Orthop. Traumatol.* — 2005. — Vol. 17, № 1. — P. 25–50.
 25. Cancellous allograft versus autologous bone grafting for repair of comminuted distal radius fractures: a prospective, randomized trial / G. P. Rajan, J. Fornaro, O. Trentz, R. Zellweger // *J. Trauma.* — 2006. — Vol. 60, № 6. — P. 1322–1329.
 26. Rayhack J. M. The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures / J. M. Rayhack // *Orthop. Clin. North. Am.* — 1993. — Vol. 24, № 2. — P. 287–300.
 27. Rikli D. A. Distal radius fractures: new concepts as basis for surgical treatment / D. A. Rikli, R. Babst, J. B. Jupiter // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* — 2007. — Vol. 39, № 1. — P. 2–8.
 28. Rousselon T. Dynamic biomechanical study of a new osteosynthesis system for distal radius fractures / T. Rousselon, K. Guelmi // *Chir. Main.* — 2006. — Vol. 25, № 6. — P. 293–297.
 29. Siebert H. R. Fracture of the distal radius / H. R. Siebert, A. Klonz // *Chirurg.* — 2006. — Vol. 77, № 6. — P. 545–562.
 30. The effect of concurrent fibular fracture on the fixation of distal tibia fractures: a laboratory comparison of intramedullary nails with locked plates / E. J. Strauss, D. Alfonso, F. J. Kummer et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2007. — Vol. 21, № 3. — P. 172–177.
 31. Intrafocal (Kapandji) pinning of distal radius fractures with and without external fixation / T. E. Trumble, W. Wagner, D. P. Hanel et al. // *J. Hand Surg.* — 1998. — Vol. 23, № 3. — P. 381–394.
 32. Weil W. M. Treatment of distal radius fractures with intrafocal (kapandji) pinning and supplemental skeletal stabilization / W. M. Weil, T. E. Trumble // *Hand Clin.* — 2005. — Vol. 21, № 3. — P. 317–328.
 33. Wong E. W. Percutaneous plating of lower limb long bone fractures / E. W. Wong, E. W. Lee // *Injury.* — 2006. — Vol. 37, № 6. — P. 543–553.
 34. Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: Plating versus shortened intramedullary nailing / S. W. Yang, H. M. Tzeng, Y. J. Chou et al. // *J. Injury.* — 2006. — Vol. 37, № 6. — P. 531–535.
 35. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures / B. A. Zelle, M. Bhandari, M. Espiritu et al. // *J. Orthop Trauma.* — 2006. — Vol. 20, № 1. — P. 76–79.
 36. Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005) / M. Zlowodzki, M. Bhandari, D. J. Marek et al. // *J. Orthop. Trauma.* — 2006. — Vol. 20, № 5. — P. 366–371.
 37. Сергеев С. В. Блокирующий остеосинтез. Действительно ли метод выбора? / С. В. Сергеев // *Остеосинтез.* — 2007. — Т. 1, № 1. — С. 7–14.
 38. Швец А. И. Интрамедуллярный блокирующий остеосинтез в лечении переломов дистального отдела бедра / А. И. Швец, В. К. Ивченко // *Травма.* — 2007. — Т. 8, № 4. — С. 439–443.