

УДК: 616.71-001.5-089.844-089.168:616.71-089.193.4(048.8)
 HTTPS://DOI.ORG/10.37647/0132-2486-2022-114-3-55-60

Видалення металевих фіксаторів після консолідації переломів кісток: робити чи ні? (Огляд літератури)

Калашніков А.В.¹, Верховський О.В.², Калашніков О.В.¹✉, Проценко В.В.¹

Резюме. Видалення металофіксаторів сьогодні є одним із найчастіших операційних втручань у розвинених країнах. За даними багатьох європейських дослідників, операції, що проводяться з метою видалення металофіксаторів, становлять майже 30% усіх планових оперативних втручань і 15% усієї кількості операцій, які виконуються у травматологічних відділеннях. Усе це, безумовно, свідчить про велику соціальну значущість цієї проблеми. Проведений аналітичний огляд літературних джерел довів, що операція видалення металофіксаторів при консолідації переломів кісток не є рутинною процедурою, потребує досвіду та підготовки хірурга. Що стосується видалення металофіксаторів в окремих випадках та локалізаціях, то ця проблема остаточно ще не розв'язана та потребує подальших клінічних та експериментальних досліджень.

Ключові слова: аналіз джерел літератури; видалення металевих фіксаторів; доцільність хірургічного лікування.

Видалення металофіксаторів сьогодні є одним із найчастіших операційних втручань у розвинених країнах. За даними багатьох європейських дослідників, операції, що проводяться з метою видалення металофіксаторів, становлять майже 30% усіх планових оперативних втручань і 15% усієї кількості операцій, що виконуються у травматологічних відділеннях [1, 2].

Про актуальність цієї теми говорить, зокрема, проведена у квітні 2008 року в Австрії конференція АО / ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation), яка була присвячена монопроблемі – видаленню імплантатів.

Протягом десятиліття питання про вилучення металофіксаторів не обговорювалося – існувала безальтернативна думка про обов'язковість цієї процедури. Так, в одній з найавторитетніших настанов із травматології “Переломи і ушкодження суглобів” Р. Ватсона Джонса (1940 рік), яка перевидавалась понад 15 разів, будь-який металофіксатор розглядається виключно як “чужорідне тіло”, що однозначно має бути видалене після консолідації перелому [3].

Проте плануючи видалення імплантату, хірург має чітко усвідомлювати, що за відсутності відповідної підготовки до 30-35% таких операцій мають перебіг із непередбаченими складнощами [4]. Нині значна частина досліджень присвячена аналізу технічних проблем, пов'язаних із видаленням імплантату. Деякою мірою

це обумовлено тим, що кількість виробників метало-конструкцій збільшується з кожним роком. Наприклад, в Україні працюють як мінімум 9-10 іноземних та вітчизняних виробників імплантатів для травматології, причому кожен із них наполягає на абсолютній унікальності запропонованої ним технології, імплантатів і, відповідно, інструментарію. Не маючи достовірної інформації про виробника метало-конструкції, не можна безперечно стверджувати, чи наявний у клініці інструмент буде підходити для витягання гвинтів, які фіксують пластину / перелом, чи відповідає крок різьблення і діаметр екстрактора внутрішньому діаметру і кроку різьблення інтрамедулярного штифта тощо.

З моменту впровадження нових блокованих пластин із блокованими гвинтами особливо гостро постали проблеми, пов'язані з видаленням таких металофіксаторів [5].

Першою проблемою є заклинювання гвинта в пластині внаслідок неправильної техніки проведення гвинтів (неправильне розташування напрямника) або внаслідок застосування надмірної сили – закручування гвинтів без використання викрутки з контролем моменту, що обертає.

Друга проблема, яка часто зустрічається, – це зрив шліца головки гвинта, що може статися внаслідок використання надмірної сили при введенні або витяганні гвинтів.

Ще однією з проблем є також “зарощування” шліца; сама по собі пластина може також стати джерелом проблем при видаленні, оскільки “заростають” її вільні від гвинтів отвори [6, 7].

✉ Калашніков О.В., Kalashnikov26@ukr.net

¹ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ

²Житомирська обласна лікарня ім. О.Ф. Гербачевського, м. Житомир

На думку М. Ehlinger і співавт. (2009), розв'язання проблеми заклинювання гвинта полягає у використанні вольфрамового свердла для руйнування головки гвинта; різьбова частина гвинтів може бути видалена за допомогою порожнистих фрез для видалення зламаних гвинтів.

При зриві шліца головки гвинти видаляють за допомогою конічної викрутки для видалення зламаних гвинтів за умови, що різьбові ділянки пластин і гвинтів не пошкоджені. При "зарощуванні" шліца головки гвинта кісткою для видалення пластини застосовують важільні маневри та тракцію по осі.

З серйозними інтраопераційними проблемами доводиться стикатися при видаленні зламаних фіксаторів: це значне збільшення часу операції (а отже, і зростання анестезіологічних ризиків), висока ймовірність повторного інвазивного втручання, залишення металевих чужорідних тіл у разі зламу головок гвинтів, а також ризик зламу фрези [8]. Більшість авторів погоджується, що з метою запобігання подібних проблем треба суворо дотримуватися техніки розташування направника, розсвердлювання, введення гвинтів, а також використання викрутки з механізмом, що обмежує торсіонне зусилля, та інтраопераційно підтверджувати правильне розташування гвинтів [8, 9].

На значні технічні складнощі, з якими стикаються хірурги інтраопераційно, вказували, зокрема J.H. Ває та співавт. (2009), які за період з 2004 по 2007 рік видалили з різних пластин LCP 159 гвинтів, що блокувалися гвинтами 5,0 мм, і 279 гвинтів, що блокувалися гвинтами 3,5 мм. Усі гвинти були введені з використанням викрутки з обмеженим докручувальним моментом. При видаленні 24 із 279 гвинтів, що блокуються діаметром 3,5 мм, виникли труднощі внаслідок зриву гексагонального шліца головки гвинта. При цьому використання конічної викрутки зі зворотним різьбленням, розробленим спеціально для видалення таких гвинтів, мало успіх лише у 6 спостереженнях [10].

Існують також металокопії, видалення яких з технічного погляду є практично неможливим (що не "видаляються") або пов'язаним з високим ризиком (розширення обсягу операції, рефрактура, інший перелом цього сегмента, велика крововтрата) [11, 12].

Крім того, досить частим ускладненням видалення імплантатів є інфікування післяопераційної рани (5-10%); при цьому ризик нагноєння різко зростає, якщо перелом був відкритим (43%), а також за наявності запальних ускладнень після першої операції [13].

У нашій країні дотепер загальноприйнятою є тактика практично обов'язкового видалення металокопії після внутрішнього остеосинтезу [14, 15]. Водночас багато дослідників згодні з тезою, що видалення імплантату не слід зараховувати до рутин-

них процедур, які виконуються молодими лікарями часто без достатньої кваліфікації [16]. Більшість авторів вважають, що видалення металофіксатора має проводитися після ретельного вивчення медичних даних та економічних наслідків цієї процедури. При ухваленні рішення про доцільність видалення фіксатора мають враховуватись загальний стан пацієнта, вік, анатомічне розташування імплантату, ризики та недоліки цієї процедури [17]. При цьому слід мати на увазі, що видалення фіксатора, як і будь-яке інше оперативне втручання, пов'язане з анестезіологічним ризиком, вимагає повторної хірургічної операції в області рубцевих тканин, збільшує ризик пошкодження нервових стовбурів [18].

Іншої думки дотримуються В. Evers і співавт., A.D. Томс і співавт., вважаючи, що такі потенційні негативні аспекти тривалого знаходження імплантатів, як механічне подразнення, накопичення металу, алергічні реакції, можливі складнощі проведення відстроченого хірургічного втручання, можна протиставити можливим ризикам і високій вартості процедури видалення імплантатів [19, 20]. Деякі дослідники, визнаючи можливість виникнення ускладнень при видаленні металофіксаторів, вважають, що проблемою, яка постає при тривалому знаходженні імплантату, може бути неможливість проведення екстреної діагностичної процедури або пізній інфекційний процес [21, 22].

Під час проведення метааналізу С.М. Робінсон та співавт. (2002) виявили високу частоту (12-40%) ускладнень після видалення імплантатів із різних сегментів, зазначивши при цьому, що найчастішими ускладненнями були: ятрогенне ушкодження нервових стовбурів, рефрактури, ранова інфекція [23]. Деякі дослідники, втім, вказують на значно меншу частоту ускладнень після видалення імплантатів (3%), зафіксувавши у 95% пацієнтів відмінні та добрі результати [18].

R.B. Minkowitz та співавт. (2007) провели дослідження, в якому оцінювалися результати та ступінь зниження больового синдрому після видалення металофіксаторів у 57 пацієнтів. Ускладнень, пов'язаних із видаленням імплантату, виявлено не було, через рік після процедури всі пацієнти відзначили, що задоволені результатом. За аналоговою шкалою болю (ВАШ) середні значення до операції 5,5+/-2,5 знизилися до значення 1,3+/-1,8 після операції, сумарне зниження за рік становило 76%. Через рік тридцять пацієнтів (53%) відзначили повне зникнення больового синдрому [24]. R.M. Brown та співавт. (1993) було проаналізовано 297 операцій остеосинтезу. Повторне оперативне втручання з метою видалення фіксатора було проведено у 42% спостережень. Частота серйозних ускладнень, що сталися внаслідок видалення імплантату, становила 19%. Водночас

фіксатори, які не були видалені, надалі не викликали істотних скарг у пацієнтів [25].

Через різноманітність застосовуваних нині технологій занурювального остеосинтезу, що багато в чому визначається особливостями різних анатомічних областей, більшість досліджень присвячена вивченню результатів видалення імплантатів із певних сегментів (проксимальне стегно, кісточки передпліччя тощо). Зокрема, у ретроспективному дослідженні історій хвороби 138 пацієнтів, яким проводили видалення штифта з діафіза стегнової кістки, сумарна кількість ускладнень становила 13%, включаючи незавершене видалення імплантату у 7% та рефрактури – у 1,4% [26].

T. Gosling та співавт. (2004), досліджуючи ускладнення після видалення 109 інтрамедулярних штифтів зі стегнової кістки, відзначили сприятливий результат у 78% пацієнтів, збільшення місцевих симптомів – у 7%. Водночас важливо підкреслити, що 20% пацієнтів, які не мали скарг до видалення металофіксатора, вказували на виникнення локальних симптомів у віддалений період після вилучення штифта [15].

Таким чином, більшість авторів сходиться на думці, що видалення інтрамедулярних штифтів зі стегнової кістки слід здійснювати лише у пацієнтів, які мають активні скарги. Висока також частота рефрактур після видалення пластин зі стегна. Так, V.L. Davison вказував на 27% частоти рефрактур після видалення пластин із дистального відділу стегнової кістки [27]. Високу частоту рефрактур після остеосинтезу діафіза стегна китайські вчені пояснювали інтраопераційною деваскуляризацією уламків під час їх відкритої репозиції [28].

Особливої уваги заслуговує проблема лікування переломів проксимального відділу стегнової кістки у пацієнтів похилого віку. Актуальність теми зумовлена збільшенням тривалості життя населення розвинених країн та, відповідно, частоти подібних переломів. Протягом перших трьох місяців після перелому шийки стегнової кістки смертність серед цієї категорії пацієнтів досягає 5,75% у жінок та 7,95% – у чоловіків [29]. Смертність протягом 120 днів після цієї травми при консервативному лікуванні досягала 62% [30].

Загальноновизнаним є факт, що лише своєчасне оперативне лікування з подальшою ранньою активізацією дозволяє зберегти не лише рухову активність, а й життя пацієнта [31, 32, 33]. При цьому якщо медіальні (шийка стегна) переломи у пацієнтів похилого віку, як правило, підлягають ендопротезуванню, то латеральні (вертельні) переломи – остеосинтезу із застосуванням різних технологій [34]. У літературі дискутується щодо необхідності / доцільності видалення металоконструкцій (гамма-цвяхи, PFN, PFNA,

DHS та ін.) після консолідації перелому проксимального відділу стегнової кістки [35].

Експериментальні дослідження на кадаверних препаратах із застосуванням сучасних патоморфологічних методик дозволили С. Kukla та співавт. (2001) довести, що конструкція гамма-цвяха сприяє виникненню так званих втомних переломів (за рахунок зміни архітекtonіки кістки внаслідок перерозподілу навантаження після видалення імплантату). Тому автори вважали цілком очікуваним таке грізне ускладнення, як втомний перелом шийки стегнової кістки [36]. Подібною точкою зору дотримувалися також К. Yang та співавт. (2005), вважаючи, що втомні переломи шийки стегна після видалення гамма-цвяха та PFN особливо характерні для хворих з остеопорозом [37, 38]. У ряді досліджень вказується на надзвичайно високу частоту (70%) субкапітального перелому стегнової кістки після видалення проксимального цвяха або DHS у пацієнтів похилого віку [27, 39]. Водночас у дослідженні В. Hesse та А. Gächter (2004) відзначено значно меншу (13%) частоту іпсилатерального перелому шийки стегнової кістки після видалення гамма-цвяха з приводу больового синдрому в вертлюговій ділянці [40]. З метою зниження ризику подібних переломів запропоновано інтраопераційне (під час видалення імплантату) заміщення кісткового дефекту шийки стегна кальцієво-фосфатним цементом [41]. Водночас, згідно з результатами рандомізованого дослідження Р. Mattsson та S. Larsson (2006), цементування дефекту кістки після видалення фіксатора не призводить до бажаного результату, тобто не знижує частоту перелому шийки стегна [42].

На підставі проведеного кадаверного дослідження деякі автори рекомендували видалення фіксаторів після зрощення проксимального перелому стегнової кістки у пацієнтів віком до 65 років, оскільки встановлений фіксатор провокує зниження кісткової маси в stress-shielding зонах (зони концентрації напруги), а отже, підвищується ризик періімплантатних переломів [43].

Що ж до видалення штифта з великогомілкової кістки після консолідації перелому, то більшість хірургів орієнтується на скарги пацієнтів, найчастішими є больовий синдром і дискомфорт у місці точки введення імплантату [44, 45]. Деякі автори відзначають значне покращення результатів пацієнтів після видалення штифта, тоді як інші не знаходять суттєвих відмінностей. Так, С.М. Court-Brown та співавт. (1997) відзначили повне або значне усунення больового синдрому у 97% пацієнтів після видалення інтрамедулярного цвяха [46]. За даними А. Sidky та R.E. Buckley (2008), більшість хворих (77,8%) також відзначили зниження больового синдрому піс-

ля видалення металофіксатора [47]. У дослідженні Т.О. Voerger та співавт. (1999), де основними показаннями до видалення штифта з великогомілкової кістки були больовий синдром (у 37 пацієнтів), інфікування (у 4), бажання пацієнта (у 60); усунення больового синдрому в області колінного суглоба після видалення штифта було відзначено лише у 37 хворих. При цьому 4 пацієнти без попередньої місцевої симптоматики після видалення штифта з великогомілкової кістки відзначили появу “болю у передній ділянці коліна” (anterior knee pain) [48]. Схожі результати були отримані в іншому дослідженні, де автори вивчали результати видалення цвяхів із великогомілкової кістки у 70 пацієнтів із больовим синдромом: 39 пацієнтів відзначали зменшення, але не повне зникнення больового синдрому після видалення імплантату, 14 пацієнтів не відзначали будь-яких змін, у 18 пацієнтів больовий синдром посилювався [49].

Однією з важливих обставин, що обмежують видалення металокопункцій, є проблема рефрактур – повторних переломів за мінімальної травми сегмента або без такої. Найчастіше зустрічаються рефрактури після видалення пластин із діафіза передпліччя: за даними різних авторів, їх частота становить 20-40% [50, 51]. При цьому необхідно мати на увазі, що внаслідок анатомічних та біомеханічних особливостей передпліччя зворотна перебудова кісткової тканини після видалення пластин у цьому випадку може охоплювати кілька місяців із поступовим наростанням деформації, тобто клінічні прояви рефрактури можуть бути відстроченими від моменту видалення імплантату [52]. J. Kettunen та співавт. (2009) пов’язують високу частоту рефрактур після видалення пластин із діафіза передпліччя з транзиторним (на 4-6 місяців) зниженням мінеральної щільності кістки (приблизно на 10%) в області контакту з металофіксатором [53, 54].

Згідно з результатами метааналізу, проведеного В. Evers та співавт. (2004), показаннями до видалення пластин з області передпліччя (635 пацієнтів) були: бажання пацієнта – у 69,1% спостережень, скарги на біль, дискомфорт при зміні атмосферних умов, наявність інфекційного процесу – у 30,9%. Після видалення металофіксаторів загальна частота ускладнень становила 24,0%: ятрогенне ушкодження нервових стовбурів спостерігалось у 11,5% пацієнтів, рефрактури – у 7,7%, інфікування рани – у 6,8%, утворення гіпертрофічних рубців відзначено у 9,1% хворих [55]. У ретроспективному дослідженні D.A. Vednar і W. Grandwilewski (1992), де оцінювались результати видалення пластин із кісток передпліччя у 111 пацієнтів, які не мали скарг, також вказується на високу частоту ускладнень [56].

Зведені дані 9 ретроспективних досліджень (сумарно 981 пацієнт), у яких проводилась оцінка впливу видалення фіксаторів на прояви місцевих симптомів. Повне або значне зникнення скарг у пацієнтів після видалення металофіксатора було відзначено у 78%. З іншого боку, незадовільні результати були відзначені у 22%, тобто у кожного п’ятого пацієнта [21, 46, 57, 58, 59, 60, 61].

Таким чином, проведений аналітичний огляд джерел літератури довів, що операція видалення металофіксаторів при консолидації переломів кісток не є рутинною процедурою, потребує досвіду та підготовки хірурга. Що стосується видалення металофіксаторів в окремих випадках та локалізаціях, ця проблема остаточно не розв’язана та потребує подальших клінічних та експериментальних досліджень.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References

1. Bostman O, Pihlajamaki H. Routine implant removal after fracture surgery: a potentially reducible consumer of hospital resources in trauma units. *J. Trauma*, 1996; 41: 846-849. DOI: 10.1097/00005373-199611000-00013.
2. Molster A, Behring J, Gjerdet NR, Ekeland A. Removal of osteosynthetic implants. *Tidsskr. Nor Laegeforen*, 2002; 122: 2274-2276. PMID: 25452945
3. Watson-Jones R. *Fractures and joint damage*. M.: Medicine, 1972: 672 p.
4. McGarry S, Morgan S J, Grosskreuz R M, Williams A E, Smith W R. Serum titanium levels in individuals undergoing intramedullary femoral nailing with a titanium implant. *J. Trauma*, 2008; 64(2): 430-433. DOI: 10.1097/01.ta.0000240445.20220.54.
5. Загородний НВ, Волна АА, Панин МА. Удаление металлоконструкций в травматологии: учебно-методическое пособие. М.: РУДН, 2009: 22.
6. Zaborodniy NV, Volna AA, Panin MA. Removal of metal structures in traumatology: teaching aid. M.: RUDN, 2009: 22. [in Russian].
7. Linder L. Osseointegration of metallic implants. I. Light microscopy in the rabbit. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 1989; 60(2):129-134. DOI: 10.3109/17453678909149239.
8. Seebauer CJ, van Scherpenzeel KM, Haas NP, Bail HJ. Tibia fracture following removal of the ETN (Expert Tibia Nail): a case report. *Arch. Orthop. Trauma Surg*, 2009;129 (7):949-53. DOI: 10.1007/s00402-008-0805-5.
9. Ehlinger M, Adam P, Simon P, Bonnomet F. Technical difficulties in hardware removal in titanium compression plates with locking screws. *Rev. Chir. Orthop. Traumatol*, 2009; 95 (5): 373-6. DOI: 10.1016/j.otsr.2009.03.020.
10. Hamilton P, Doig S, Williamson O. Technical difficulty of metal removal after LISS plating. *Injury*, 2004; 35(6): 626-8.
11. Bae J H, Oh J K, Oh C W, Hur C R. Technical difficulties of removal of locking screw after locking compression plating. *Arch. Orthop. Trauma Surg*, 2009; 129(1):91-5. DOI: 10.1007/s00402-008-0769-5.
12. Pagnani M J, Lyden J P. Postoperative femoral fracture after intramedullary fixation with a Gamma nail: case report and review of the literature. *J. Trauma*, 1994; 37(1):133-37. DOI: 10.1097/00005373-199407000-00025.

12. Yang K H, Byun Y S, Park H W, Park S J. Failure on attempted removal of a Gamma nail in two young patients. *J. Orthop. Trauma*, 2003; 17: 379-82. DOI: 10.1097/00005131-200305000-00010.
13. Sanderson PL, Ryan W, Turner PG. Complications of metalwork removal. *Injury*, 1992;23: 29-30. doi: 10.1016/0020-1383(92)90121-8.
14. Олекса А.П. Травматологія Підручник для лікарів травматологів-ортопедів та хірургів. 2-ге вид. Львів: Афіша, 2006: 406.
Oleksa AP Traumatology Textbook for traumatologists, orthopedists and surgeons. 2nd ed. Lviv: Afisha, 2006: 406. [in Ukrainian].
15. Склярєнко Є.Т. Травматологія і ортопедія. Київ: Здоров'я, 2005:384. Sklyarenko ET Traumatology and orthopedics. Kyiv: Zdorovya, 2005: 384. [in Ukrainian].
16. Gosling T, Htifner T, Hankemeier S, Zelle BA, Muller-Heine A, Krettek C. Femoral nail removal should be restricted in asymptomatic patients. *Clin. Orthop. Relat. Res*, 2004; 14:222-6. DOI: 10.1097/01.blo.0000130208.90879.67.
17. Kirchoff C, Braunstein V, Kirchoff S, Sprecher CM, Ockert B, Fischer F, Leidel BA, Biberthaler P. Outcome analysis following removal of locking plate fixation of the proximal humerus. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2008; 9: 138-45. DOI: 10.1186/1471-2474-9-138.
18. Richards RH, Palmer JD, Clarke NM. Observations on removal of metal implants. *Injury*, 1992; 23: 25-28. DOI: 10.1016/0020-1383(92)90120-h.
19. Evers B, Habelt R, Gerngross H. Indication, timing and complications of plate removal after forearm fractures: results of a metaanalysis including 635 cases. *J. Bone Joint Surg. Br*, 2004; 86:289-93.
20. Toms AD, Morgan-Jones RL, Spencer-Jones R. Intramedullary femoral nailing: removing the nail improves subjective outcome. *Injury*, 2002; 33(3):247-249. DOI: 10.1016/s0020-1383(01)00145-0.
21. Bachoura A, Yoshida R, Lattermann C, Kamini S. Late Removal of Titanium Hardware from the Elbow Is Problematic. *Orthopedics*, 2012; 26: 239-43. DOI: 10.5402/2012/256239.
22. Müller-Färber J. Metal removal after osteosyntheses. Indications and risks. *Orthopäde*, 2003; 32 (11): 1039-57. DOI: 10.1007/s00132-003-0577-0.
23. Robinson CM, Royds M, Abraham A, McQueen MM, Court-Brown CM, Christie J. Refractures in patients at least forty-five years old. *J. Bone Joint Surgery*, 2002; 84-A (9):1528-33. DOI: 10.2106/00004623-200209000-00004.
24. Minkowitz RB, Bhadsavle S, Walsh M, Egol KA. Removal of painful orthopaedic implants after fracture union. *J. Bone Joint Surg. Am*, 2007; 89(9):1906-1912. DOI: 10.2106/JBJS.E.01536.
25. Brown RM, Wheelwright EF, Chalmers JJ. Removal of metal implants after fracture surgery - indications and complications. *R. Coll. Surg. Edinb*, 1993; 38(2): 96-100.
26. Kahle WK. The case against routine metal removal. *J. Pediatr. Orthop*, 1994; 14(2):229-37.
27. Davison BL. Refracture following plate removal in supracondylar-intercondylar femur fractures. *Orthopedics*, 2003; 26 (2):157-159. DOI: 10.3928/0147-7447-20030201-17.
28. Tu Z, Li Y, Wu F. Pathological observation of femoral refracture after removal of plates. *Zhongguo Gu Shang*, 2010; 23(8): 609-11. PMID: 20860138
29. Haentjens P, Magaziner J, Colbп-Emeric CS. Meta-analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men. *Ann Intern Med* 2010; 152: 380. DOI: 10.7326/0003-4819-152-6-201003160-00008.
30. Moulton LS, Green NL, Sudahar T, Makwana NK, Whittaker JP. Outcome after conservatively managed intracapsular fractures of the femoral neck. *Ann R Coll Surg Engl* 2015; 97(4):279-82. DOI: 10.1308/003588415X14181254788809.
31. Bjorkelund K B, Hommel A, Thorngren K G, Lundberg D, Larsson S. Factors at admission associated with 4 months outcome in elderly patients with hip fracture. *Aana J*, 2009; 77: 49-58. PMID: 19263829.
32. Johnston A T, Barnsdale L, Smith R, Duncan K, Hutchison J D. Change in long-term mortality associated with fractures of the hip: evidence from the Scottish hip fracture audit. *J. Bone Joint Surg. Br*, 2010; 92:989993. DOI: 10.1302/0301-620X.92B7.23793.
33. Soderqvist A, Ekstrom W, Ponzer S, Pettersson H, Cederholm T, Dalen N, Hedstrom M, Tidermark J. Prediction of mortality in elderly patients with hip fractures: a two-year prospective study of 1,944 patients. *Gerontology*, 2009; 55: 496-504. DOI: 10.1159/000230587.
34. Fox KM, Magaziner J, Hebel JA. et al. Intertrochanteric versus femoral neck fractures: differential characteristics, treatment and sequelae. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci*, 1999; 54: 635-40. DOI: 10.1093/gerona/54.12.m635.
35. Mahaisavariya B, Sitthiseripratip K, Suwanprateeb J. Finite element study of the proximal femur with retained trochanteric gamma nail and after removal of nail. *Injury*, 2006; 37: 778-85. DOI: 10.1016/j.injury.2006.01.019.
36. Kukla C, Pichl W, Prokesch R, Jacyniak W, Heinze G, Gatterer R, Heinz T. Femoral neck fracture after removal of the standard gamma interlocking nail: a cadaveric study to determine factors influencing the biomechanical properties of the proximal femur. *J. Biomech*, 2001; 34 (12):1519-26. DOI: 10.1016/s0021-9290(01)00157-9.
37. Buciuo R, Hammer R, Herder A. Spontaneous subcapital femoral neck fracture after healed trochanteric fracture. *Clin. Orthop. Relat. Res*, 1997; 342: 156-9. PMID: 9308538.
38. Yang Kyu-Hyun, Yoo-Wang Choi, Jung-Hoon Won, Je-Hyun Yoo. Subcapital femoral neck fracture after removal of Gamma/Proximal Femoral nails: report of two cases. *Injury Extra*, 2005; 36 (7):245-8.
39. George B, Gaheer RS, Ratnam A. Spontaneous femoral neck fracture after removal of Dynamic Hip Screw. *J.Orthopaedics*, 2007; 4:147-53.
40. Hesse B, Gachter A. Complications following the treatment of trochanteric fractures with the gamma nail. *Arch. Orthop. Trauma Surg*, 2004;124(10): 692-8. DOI: 10.1007/s00402-004-0744-8.
41. Strauss EJ, Pahk B, Kummer FJ, Egol K. Calcium phosphate cement augmentation of the femoral neck defect created after dynamic hip screw removal. *J. Orthop. Trauma*, 2007; 21: 295-300.
42. Mattsson P, Larsson S. Calcium phosphate cement for augmentation did not improve results after internal fixation of displaced femoral neck fractures: a randomized study of 118 patients. *Acta Orthop*, 2006; 77: 251-6. DOI: 10.1080/17453670610045984.
43. Eberle S, Wutte C, Bauer C, Oldenburg G, Augat P. Should extramedullary fixations for the hip fractures be removed after bone union? *Clinical biomechanics*, 2011; 26: 410-4. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2010.12.002.
44. Busam ML, Esther RJ, Obremskey WT. Hardware removal: indications and expectations. *J. Am. Acad. Orthop. Surg*, 2006; 14 (2):113120. DOI: 10.5435/00124635-200602000-00006.
45. Husain A, Pollak AN, Moehring HD. Removal of intramedullary nails from the femur: a review of 45 cases. *J. Orthop. Trauma*, 1996;10:560562. DOI: 10.1097/00005131-199611000-00009.

46. Court-Brown CM, Gustilo T, Shaw AD. Knee pain after intramedullary tibial nailing: its incidence, etiology, and outcome. *J. Orthop. Trauma*, 1997; 11:103-5. DOI: 10.1097/00005131-199702000-00006.
47. Sidky A, Buckley RE. Hardware removal after tibial fracture has healed. *Can. J. Surg*, 2008; 51(4): 263-8. PMID: 18815648.
48. Boerger TO, Patel G, Murphy JP. Is routine removal of intramedullary nails justified? *Injury*, 1999; 30(2): 79-81. DOI: 10.1016/s0020-1383(98)00200-9.
49. Karladani AH, Ericsson PA, Granhed H, Karlsson L, Nyberg P. Tibial intramedullary nails – should they be removed? A retrospective study of 71 patients. *Acta Orthop*, 2007; 78(5):668-71. DOI: 10.1080/17453670710014374.
50. Beaupre GS, Csongradi JJ. Refracture risk after plate removal in the forearm. *J. Orthop. Trauma*, 1996; 10 (2): 87-92. DOI: 10.1097/00005131-199602000-00003.
51. Chia J, Soh CR, Wong HP, Low YP. Complications following metal removal: a follow-up of surgically treated forearm fractures. *Singapore Med. J*, 2000; 37: 268-9. PMID: 8942225.
52. Arjan GJ, Bot Job N, Doornberg N, Anneluuk LC. Long-Term Outcomes of Fractures of Both Bones of the Forearm. *The Journal of Bone Joint Surgery*, 2011; 93:527-32. DOI: 10.2106/JBJSJ.00581.
53. Kettunen J, Kroger H, Bowditch, Suomalainen O. Bone mineral density after removal of rigid plates from forearm fractures: preliminary report. *J. Orthopaedic Science*, 2009; 11(2): 118-26. DOI: 10.1007/s00776-003-0718-7.
54. Rosson JW, Petley GW, Shearer JR. Bone structure after removal of internal fixation plates. *J. Bone Joint Surg. (Br.)*, 1991; 73 (1): 6567. DOI: 10.1302/0301-620X.73B1.1991777.
55. Evers B, Habelt R, Gerngross H. Indication, timing and complications of plate removal after forearm fractures: results of a metaanalysis including 635 cases. *J. Bone Joint Surg. Br*, 2004; 86: 289-93.
56. Bednar DA, Grandwilewski W. Complications of forearm-plate removal. *Can. J. Surg*, 1992; 35(4): 428-431.
57. Brown OL, Dirschl DR, Obremskey WT. Incidence of hardware related pain and its effect on functional outcomes after open reduction and internal fixation of ankle fractures. *J. Orthop. Trauma*, 2001;15:271-274. DOI: 10.1097/00005131-200105000-00006.
58. Dodenhoff RM, Dainton JN, Hutchins PM. Proximal thigh pain after femoral nailing. Causes and treatment. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1997;79: 738-41. DOI: 10.1302/0301-620x.79b5.7345.
59. Gosling T, Hufner T, Hankemeier S, Müller U, Richter M, Krettek C. Indikation zur Entfernung von Tibiamarknägeln *Chirurg.*, 2005; 76: 789-94.
60. Jacobsen S, Honnens L, Jensen CM, Torholm C. Removal of internal fixation—the effect on patients' complaints: a study of 66 cases of removal of internal fixation after malleolar fractures. *Foot Ankle Int.*, 1994; 15:170-1. DOI: 10.1177/107110079401500402.
61. Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ. Knee pain after tibial nailing. *J. Orthop. Trauma*, 1997; 11:10-3. DOI: 10.1097/00005131-199701000-00004.

Removal of Metal Fixators after Consolidation of Bone Fractures: To Do or Not to Do? (Literature Review)

Kalashnikov A.V.¹, Verkhovskiy O.V.², Kalashnikov O.V.¹, Prochenko V.V.¹

¹*SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", Kyiv*

²*Zhytomyr Regional Herbachevskiy Clinical Hospital, Zhytomyr*

Summary. *Removal of metal fixators today is one of the most common surgical interventions in developed countries. According to many European researchers, surgeries performed to remove metal fixators account for almost 30% of all planned surgical interventions and 15% of the total number of surgeries performed in trauma departments. This certainly indicates the great social significance of the problem. An analytical review of the literature has shown that the surgery of removing metal fixators in the consolidation of bone fractures is not a routine procedure; it requires experience and training of the surgeon. The problem of removal of metal fixators in some individual cases and localizations is not completely solved and requires further clinical and experimental studies.*

Key words: *analysis of literature; removal of metal fixators; expediency of surgical treatment.*