

УДК 617.572:616.717.4-007.234-001.5](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720223-413-21>

## Диференціальний підхід до хірургічного лікування переломів проксимального відділу плечової кістки в пацієнтів із остеопорозом

М. О. Корж<sup>1</sup>, В. Б. Макаров<sup>2</sup>, І. Г. Гупалов<sup>2</sup>,  
О. М. Перцева<sup>2</sup>, К. П. Бойко<sup>2</sup>, О. О. Підгайська<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

<sup>2</sup> КНП «Міська клінічна лікарня № 16» ДМР, Дніпро. Україна

*Objective.* To conduct a comparative retrospective analysis of the anatomical and functional results of surgical treatment of proximal humerus fractures AO/OTA 11-B, 11-C using different methods in patients over 50 years old with osteoporosis to justify a differential approach. *Methods.* The study included 102 patients aged 50 years and older with osteoporosis and proximal humerus fractures AO/OTA 11-B, 11-C. The patients were divided into three groups: I — 50 (16 men, 34 women) whom were performed open reduction and internal fixation (ORIF) with the PHILOS plate; II — 44 (8 men, 36 women) — ORIF with the PHILOS plate and using 3D polylactide (PLA) porous implants were applied; III — 8 (2 men, 6 women) whom were performed primary reversed total shoulder arthroplasty (RTSA) with developed total reversible endoprosthesis. The results of treatment were evaluated according to the Constant-Murley Shoulder Score system after 3, 6, 12 months. *The results.* Positive results in the first group were obtained in 72.0 % of patients (the average Constant-Murley Shoulder Score after 12 months was 78.4 points); in the second — in 81.8 % (88.0 points); in the third — 75.0 % (82.0 points). A differentiated approach to the choice of surgical treatment of patients aged 50 years and older with fractures AO/OTA 11-B, 11-C is proposed. The clinical trial of the reverse total modular shoulder endoprosthesis developed by us using porous 3D titanium parts, manufactured by additive technologies, showed positive short-term results. The design features of the device increase the reliability and durability of proposed endoprosthesis. *Conclusions.* RTSA in the case of unstable proximal humerus fracture or in the case of metal structure migration after primary ORIF in patients with low bone mineral density is the effective surgical intervention that allows to achieve satisfactory functional results in up to 3 years. *Key words.* Proximal humerus fracture, PHILOS, 3D-implant, polylactide, PLA, porous Titanium, DLC Coating, PEEK, reverse shoulder total arthroplasty, osteoporosis.

*Мета.* Провести порівняльний ретроспективний аналіз анатомо-функціональних результатів хірургічного лікування переломів проксимального відділу плечової кістки (ППВПК) типу AO/OTA 11-B, 11-C із використанням різних методів у пацієнтів старших за 50 років із остеопорозом для обґрунтування диференційного підходу. *Методи.* У дослідження включено 102 пацієнти віком 50 років і старше з остеопорозом і трітєта чотирифразментарними ППВПК за класифікацією Neer або типу AO/OTA 11-B, 11-C. Хворих розподілили на три групи: I — 50 (16 чоловіків, 34 жінки), виконано відкриту репозицію, накістковий металоостеосинтез пластиною PHILOS; II — 44 (8 чоловіків, 36 жінок), застосовано відкриту репозицію та накістковий металоостеосинтез пластиною PHILOS із використанням 3D-імплантів PLA; III — 8 (2 чоловіки, 6 жінок), первинне RTSA розробленим тотальним реверсивним ендопротезом. *Результати лікування* оцінювали за системою Constant-Murley Shoulder Score через 3, 6, 12 міс. після хірургічного втручання. *Результати.* Позитивні результати в I групі отримані в 72,0 % пацієнтів (середня оцінка за Constant-Murley Shoulder Score через 12 міс. склала 78,4 бала); у II — у 81,8 % (88,0 балів); III — 75,0 % (82,0 бали). Запропоновано диференційований підхід до вибору хірургічного лікування пацієнтів віком 50 років і старше з переломами типу AO/OTA 11-B, 11-C. Клінічна апробація розробленого нами реверсивного модульного ендопротеза плечового суглоба з пористого 3D-титану, виготовленого за допомогою адитивних технологій, показала позитивні найближчі результати. Конструктивні особливості пристрою підвищують надійність і довговічність його роботи. *Висновки.* Тотальне реверсивне ендопротезування плечового суглоба в разі незрслх ППВПК, міграції металоконструкції, розвитку аваскулярного некрозу головки плечової кістки на фоні низької мінеральної щільності кістки є ефективним хірургічним втручанням, яке дає змогу досягти задовільних функціональних результатів у термін до 3 років.

**Ключові слова.** Перелом проксимального відділу плечової кістки, пластини з кутовою стабільністю PHILOS, 3D-імплантат, полілактид, пористий титан, DLC-покриття, PEEK, реверсивний ендопротез плечового суглоба, остеопороз

## Вступ

Переломи проксимального відділу плечової кістки (ППВПК) становлять 5–6 % у структурі травм опорно-рухової системи [1–3]. Відомо, що 80 % ППВПК типу АО/ОТА А2/А3 є стабільними, а консервативне лікування в таких випадках дозволяє отримати хороші функціональні результати [4–5]. Але досягти цього в разі нестабільних три- та чотирифрагментарних переломів ППВПК за Neer або типу АО/ОТА 11-В, 11-С можна лише за допомогою хірургічного втручання [4–6]. Для пацієнтів з остеопорозом не існує стандартів вибору методики хірургічного лікування переломів ППВПК типів В та С, і питання залишається дискусійним. Основними видами хірургічного втручання в них є відкрита репозиція, накісткова фіксація (ORIF) різноманітними пластинами з кутовою стабільністю й обов'язковим використанням різних авто- або алотрансплантів, кісткового цементу [7–13], у тому числі структурних пористих імплантатів із полілактиду (PLA) [14–16]. Геміартропластику плечового суглоба за три- та чотирифрагментарних ППВПК зараз використовують значно рідше порівняно з реверсивним тотальним ендпротезуванням (reverse total shoulder arthroplasty — RTSA). Це обумовлено значною кількістю незадовільних результатів та ускладнень [17–19]. Останніми роками RTSA плечового суглоба, запропоноване Grammont [20–21], є основним методом хірургічного лікування у пацієнтів з ППВПК типів АО/ОТА 11-В, 11-С на фоні остеопорозу [22–25]. Проте існує обмаль робіт, де порівняно клінічні результати застосування RTSA та ORIF у хворих із переломами проксимального відділу плечової кістки типу В і С (АО/ОТА).

*Мета дослідження:* провести порівняльний ретроспективний аналіз анатомо-функціональних результатів хірургічного лікування переломів проксимального відділу плечової кістки типів АО/ОТА 11-В, 11-С із використанням різних методів у пацієнтів старших за 50 років з остеопорозом для обґрунтування диференційного підходу.

## Матеріал і методи

Матеріали дослідження розглянуто й ухвалено комітетом із біоетики при ДУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» (протокол № 191 від 22.04.2019). Усі залучені до дослідження пацієнти були ознайомлені з планом хірургічних втручань і підписали інформовану згоду.

Вивчено анатомо-функціональні результати хірургічного лікування 102 пацієнтів віком 50 років і старше з остеопорозом і три- та чотирифрагментарними ППВПК за класифікацією Neer [26] або типів АО/ОТА 11-В, 11-С [27]. Пацієнтів розподілили на три групи:

– I — 50 індивідуумів (16 чоловіків, 34 жінки, вік від 50 до 76 років). У період 2009–2022 рр. виконано відкриту репозицію, накістковий металоостеосинтез пластиною PHILOS. У 32 пацієнтів був трифрагментарний перелом за класифікацією Neer (АО/ОТА 11-В), 18 — чотирифрагментарний (АО/ОТА 11-С). У 4 осіб внаслідок несприятливого результату ORIF (відсутність ознак консолидації, міграція металоконструкції з розвитком аваскулярного некрозу головки плечової кістки) виконано RTSA (UNIC, Evolutis, France) у термін від 6 до 12 міс. після первинного хірургічного втручання [28];

– II — 44 особи з остеопорозом (8 чоловіків, 36 жінок, вік від 50 до 78 років). У 2015–2022 рр. застосовано відкриту репозицію та накістковий металоостеосинтез пластиною PHILOS із використанням 3D-імплантатів PLA [14, 15, 29]. У 32 пацієнтів діагностовано трифрагментарний перелом за класифікацією Neer (АО/ОТА 11-В), у 6 — чотирифрагментарний (АО/ОТА 11-С);

– III — 8 пацієнтів із остеопорозом (2 чоловіки, 6 жінок, вік від 50 до 76 років) у період із 2020 р. по 2022 р. проведено первинне RTSA розробленим тотальним реверсивним ендпротезом [30]. Показанням у всіх випадках до проведення RTSA були переломи типу АО/ОТА 11-В (2 особи) або АО/ОТА 11-С (6) на фоні вираженого остеопорозу.

У перед- та післяопераційному періоді всім пацієнтам проводили стандартне клінічне обстеження та рентгенографію. Спіральну комп'ютерну томографію виконували в деяких випадках у разі багатотрагментарних переломовивихів, для визначення дефекту суглобової поверхні. Ступінь вираженості остеопорозу оцінювали за рентгенограмами плечової кістки в передньо-задній проекції з обчисленням кіркового індексу (KI) [31, 32].

Рентгенографічне стандартне дослідження проксимального відділу плечової кістки у 2 проекціях виконували через 1, 3, 6, 12 міс. Результати лікування оцінювали за системою Constant-Murley Shoulder Score через 3, 6, 12 міс. після хірургічного втручання [33].

Операції виконували в положенні «пляжного крісла» під загальною та провідниковою анестезією. Інтраопераційний рентгенологічний контроль забезпечували за допомогою C-arm.

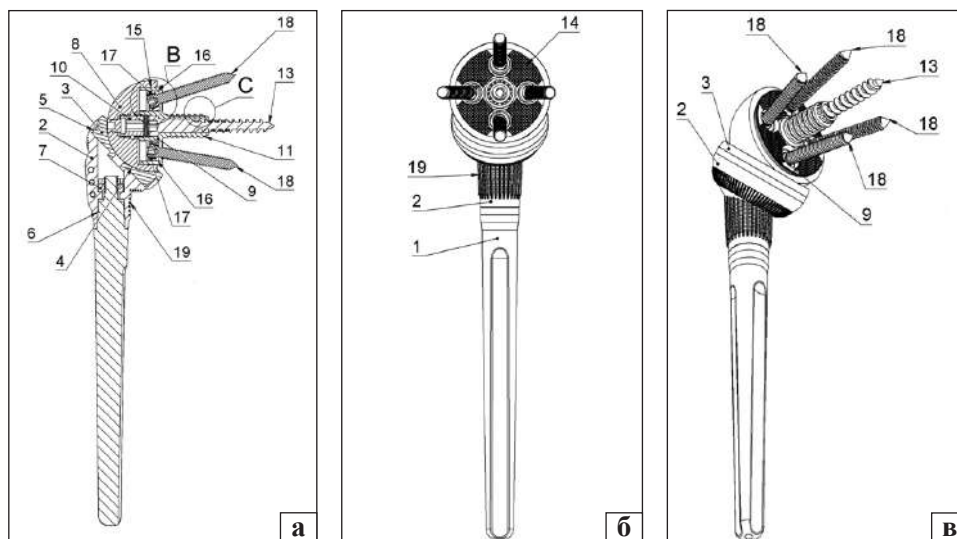
У 85 пацієнтів проведено дельтопекторальний доступ, у 23 — передньолатеральний.

У пацієнтів II групи здебільшого використовували два пористих 3D-імплантати PLA діаметром 8 або 10 мм та довжиною від 20 до 45 мм. У разі вираженого остеопорозу ( $KI \leq 0,29$ ) [31, 32] та великого діаметра каналу плечової кістки (понад 15 мм) третій 3D-імплантат PLA діаметром 12–15 мм попередньо встановлювали в канал як опору для двох інших. У деяких випадках, за умов значного посттравматичного дефекту спонгіозної тканини головки плечової кістки простір між 3D-імплантатами PLA додатково заповнювали алокісткою — кортикально-губчастим гранулятом «ОМС-А-КГГ» виробництва ГУ «ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України».

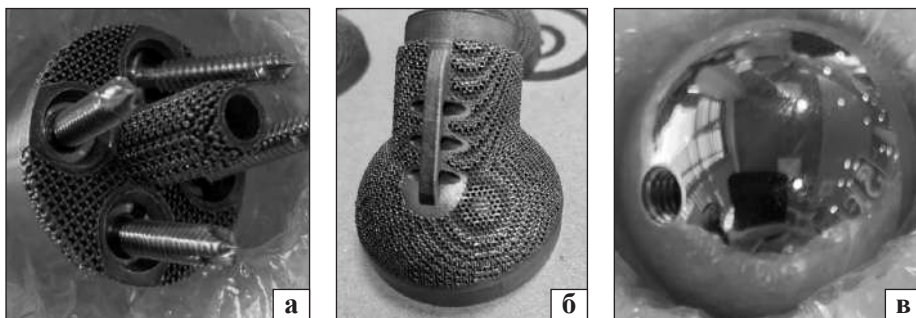
У випадку первинного або ревізійного RTSА використано стандартний дельтопекторальний доступ. Імобілізація в пов'язці Дезо тривала 4–6 тижнів із можливістю коливальних і маятникових рухів у плечовому та ліктьовому суглобах із невеликою амплітудою 10–20°. Вакуумний дренаж залишали протягом 24–48 год. Активні рухи в ліктьовому суглобі дозволяли виконувати на 2–3-тю добу після операції, пасивні в плечовому — на 3–5-ту добу. Активні рухи в плечовому суглобі дозволяли, зазвичай, через 4 тижні після операції, а у випад-

ках значних посттравматичних дефектів головки плечової кістки та вираженому остеопорозі ( $KI \leq 0,29$ ) — через 6 тижнів.

Пацієнтам III групи проведено хірургічне втручання з використанням розробленого реверсивного тотального модульного ендопротеза плечового суглоба [30]. Удосконалюючи конструкцію ендопротеза, ставили завдання: підвищити стабільність фіксації в кістці; збільшити довговічність присторою; підвищити термін роботи пари тертя для попередження можливого розвитку асептичної нестабільності внаслідок зносу поліетиленового вкладиша. Використання адитивних технологій дозволяє друкувати частини ендопротезів складних геометричних форм із необхідною пористістю. В авторському ендопротезі гленоїдальна опорна пластина, надрукована на 3D-принтері з титанового порошку (аналог BT-5), має центральний стрижень, покритий конусоподібними ребрами та порами з довжиною ребра пори 350–500 мкм. Поверхня гленоїдального компонента також повністю пориста (довжина ребра пори 350–500 мкм) на глибину 2 мм. Зовнішня поверхня гленоїдальної опорної пластини виконана у вигляді конуса Морзе під посадку гленоїдальної головки, що з внутрішньої сторони має також поверхню під конус Морзе (рис. 1, 2).



**Рис. 1.** Реверсивний модульний ендопротез плечового суглоба: 1 — ніжка, виготовлена у вигляді конусного трилопаткового стрижня; 2 — пориста проксимальна частина, надрукована на 3D-принтері з титанового порошку (аналог BT-5); 3 — вкладиш, виготовлений із ПEEK у вигляді конічного циліндра; 4 — увігнута сферична поверхня вкладиша; 5 — конус Морзе; 6 — проксимальна частина ендопротеза фіксується за допомогою конуса Морзе до проксимальної частини ніжки; 7 — фіксуюча гайка; 8 — гленоїдальна головка; 9 — гленоїдальна опорна пластина; 9 — зовнішній край опорної пластини, виконаний у вигляді конуса Морзе; 10 — фіксуючий гвинт; 11 — центральний стрижень; 12 — конусоподібні ребра з довжиною ребра пори 350–500 мкм; 13 — центральний гвинт; 14 — пориста поверхня гленоїдальної опорної пластини з довжиною ребра пори 350–500 мкм на глибину 2 мм; 15 — зовнішня поверхня гленоїдальної опорної пластини у вигляді конуса Морзе; 16 — сферичні отвори гленоїдальної опори; 17 — сферичні шайби; 18 — гвинти; 19 — проксимальна частина з ребристою пористою зовнішньою поверхнею [30]; а) зовнішній вигляд; б) фронтальна проекція; в) вигляд збоку



**Рис. 2.** Зовнішній вигляд реверсивного модульного ендопротеза плечового суглоба: а) гленоїдальна опорна пластина; б) пориста проксимальна частина; в) гленоїдальна головка

Запропонований ендопротез містить гленоїдальну головку (напівсферу) з титанового сплаву, покритого алмазоподібним покриттям (рис. 2) або з поліефірефіркетону (РЕЕК). Вона через центральний отвір фіксується гвинтом до гленоїдальної опорної пластини. Покриття зовнішніх поверхонь тертя гленоїдальної головки алмазоподібним вуглецевим покриттям з фільтрованої вакуумно-дугової катодної плазми з подачею на осаджувані поверхні високовольтних імпульсних потенціалів негативного зсуву забезпечують високу адгезію цих покриттів до поверхонь, низький рівень внутрішніх напружень на фоні забезпечення високої твердості не нижче 40 ГПа та низького коефіцієнта тертя  $\sim 0,1$  [34, 35]. Під час ковзання цього покриття по покриттю з нітриду титану коефіцієнт тертя між ними зменшується в декілька разів і стає меншим за 0,1. Товщина захисних покриттів з алмазоподібного вуглецевого покриття не менша за 1,5 мкм забезпечує не лише надійний захист поверхні металу від електрохімічної корозії, а й достатньо високий ресурс роботи завдяки суттєвому зменшенню коефіцієнта тертя цих поверхонь під час їхнього взаємного ковзання.

### Результати та їх обговорення

Результати лікування пацієнтів I групи за системою Constant-Murley Shoulder Score через 3, 6, 12 міс. після операції склали в середньому 71,3; 76,6; 78,4 балу відповідно. У 3 пацієнтів відбулася варусна міграція головки без суттєвого порушення функції плечового суглоба, у 2 — виникла повна дестабілізація металоконструкції, що призвело до її видалення вже через 3 міс. після операції. У 5 прооперованих через місяць після хірургічного втручання відбулося вторинне зміщення великого горбка до 10–15 мм. Авакулярний некроз головки плечової кістки визначений у 4 пацієнтів у строки від 6 до 12 міс., унаслідок цього їм видалено металоконструкції та виконано RTSA [28]. Проведений аналіз показав, що

використання пластин PHILOS дозволило отримати у 36 пацієнтів I групи (72,0 %) позитивні результати (відмінні та хороші) у строки від 6 до 12 міс. після операції, у 8 (16,0 %) — задовільні, 6 (12,0 %) — незадовільні.

У пацієнтів II групи середній показник відповідно до системи Constant-Murley Shoulder Score через 3 міс. після операції становив у середньому 78,0 балу, через 6 міс. — 81,8 балу, 12 міс. — 88,0 балу. У всіх пацієнок досягнуто консолідацію фрагментів. Ознак аваскулярного некрозу головки плечової кістки не спостерігали. В однієї жінки відбулася перфорація фрагмента головки гвинтом через 6 тижнів після операції, яка була видалена під контролем C-arm через прокол шкіри під місцевою анестезією [28]. У 2 пацієнок розвилася поверхнева інфекція, яку усунуто шляхом антибактеріальної місцевої та системної терапії. В однієї хворої через 3 міс. відбулося вторинне зміщення малого горбка до 8–10 мм, у 8 — варусне зміщення до 5 мм без порушення функції. У всіх пацієнтів цієї групи використано пластину типу PHILOS, 2–3 імплантати PLA, у 14 — додатково кортикально-губчастий гранулят «ОМС-А-КГГ». Проведений аналіз показав, що використання пластин PHILOS із додатковим армуванням 3D-імплантатами PLA дозволило в термін від 6 до 12 міс. після операції отримати у 36 (81,8 %) пацієнтів позитивні результати (відмінні та хороші), у 8 (18,2 %) — задовільні та знизити кількість ускладнень (88,0 бали за Constant-Murley Shoulder Score).

#### Клінічний приклад № 1

Пацієнтка Г., 1963 року народження, госпіталізована до відділення політравми, ендопротезування та реабілітації КНП «МКЛ № 16» ДМР 28.02.2022 з діагнозом: закрыта черепно-мозкова травма, струс головного мозку, внутрішньосуглобовий осколковий перелом проксимального відділу лівої плечової кістки (АО/ОТА 11С21) (рис. 3). Під загальною та провідниковою анестезією 01.03.2022 проведена відкрита репозиція,

накістковий металоостеосинтез пластиною PHILOS із використанням двох пористих 3D-імплантатів PLA. Імобілізація пов'язкою типу Дезо — 4 тижні. Активні рухи в лівому ліктьовому суглобі дозволені на 2-гу добу після операції, пасивні в плечовому під контролем інструктора ЛФК — на першому тижні після операції, активні — через 4 тижні. Функція правого плечового суглоба відновилися згідно з оцінкою системи Constant-Murley через 3 міс. — 78 балів, через 6 міс. — 85 балів (рис. 4).

У пацієнтів III групи середній бал відповідно до системи Constant-Murley Shoulder Score через 3 міс. після операції становив у середньому 76 балів, через 6 міс. — 80 балів, 12 міс. — 82 бали. У всіх досягнуто відновлення функції плечового суглоба за відсутності ознак нестабільності компонентів ендопротеза. У однієї хворої відмічено нейропатію променевого нерва, функція якого через 3 міс. відновилася на фоні проведення нейротропної терапії. У термін від 6 до 12 міс. після операції в 6 осіб (75 %) отримані хороші результати, у 2 (25%) — задовільні.

#### Клінічний приклад № 2

Пацієнтка О., 1962 року народження, госпіталізована до відділення політравми, ендопротезування та реабілітації КНП «МКЛ № 16» ДМР

15.12.2021 з діагнозом: застарілий переломовивих, осколковий перелом проксимального відділу правої плечової кістки (АО/ОТА 11С21) (травма побутова 04.11.2021), виражений больовий синдром, відсутність функції відведення та згинання правої верхньої кінцівки в плечовому суглобі. 16.12.2021 під загальною та провідниковою анестезією виконано операцію: тотальне безцементне ендопротезування правого плечового суглоба розробленим модульним реверсивним ендопротезом (рис. 5, 6).

Пацієнтці О. проведено імобілізацію пов'язкою типу Дезо 4 тижні. Активні рухи в правому ліктьовому суглобі почала на 3-тю добу після операції, пасивні в плечовому під контролем інструктора ЛФК — на 4-му тижні, активні — через 6 тижнів. Функція правого плечового суглоба відновилася згідно з оцінкою системи Constant-Murley: через 3 міс. — 75 балів, 6 міс. — 78 балів, 12 — 80 балів (рис. 7).

#### Обговорення

ППВПК складають майже 30 % усіх переломів у людей похилого віку. Через старіння населення частота цих переломів продовжуватиме зростати [36].

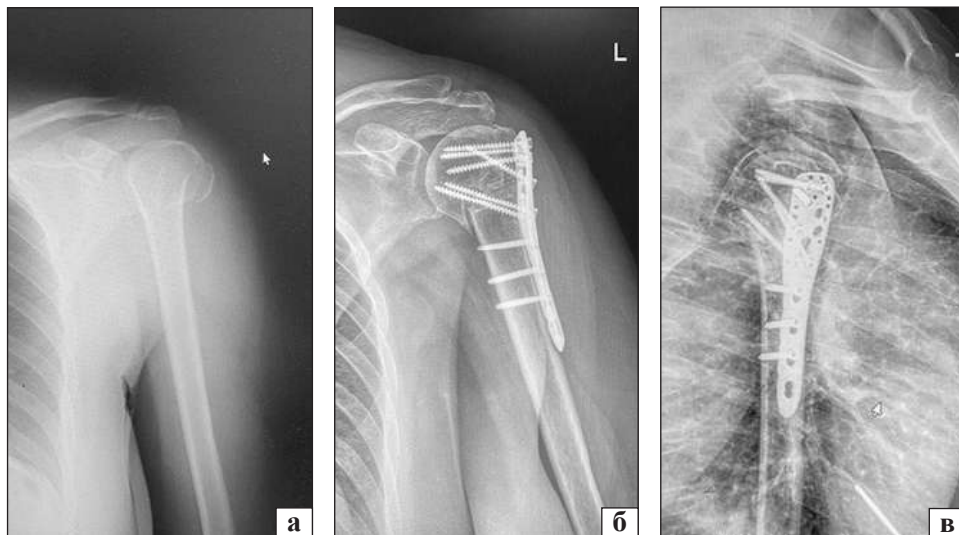
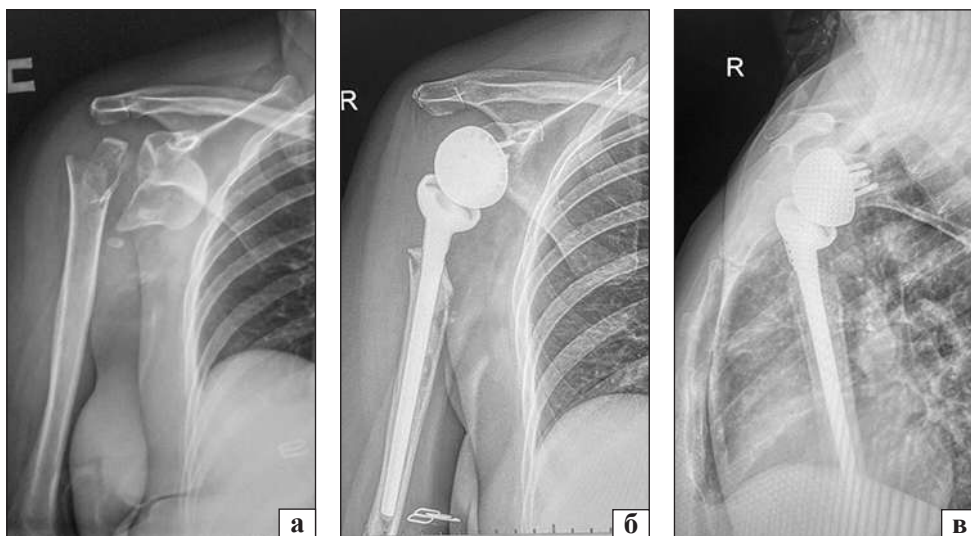


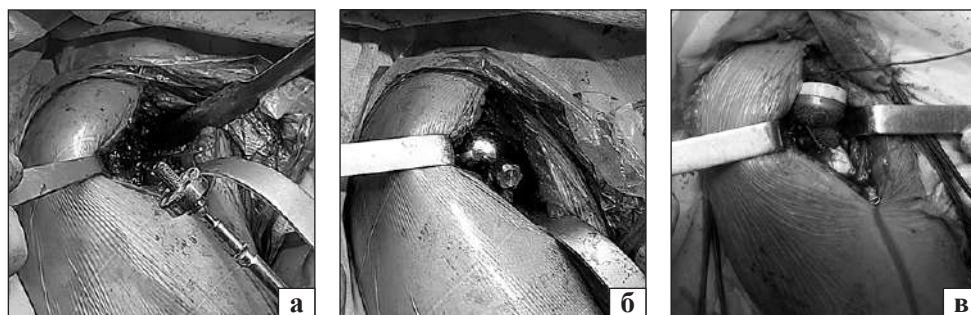
Рис. 3. Рентгенограми пацієнтки Г.: а) АО/ОТА 11С21 (травма 24.02.2022); б, в) через 6 міс. після операції



Рис. 4. Фото пацієнтки Г. через 6 міс. після ORIF. Функціональний результат



**Рис. 5.** Рентгенограми пацієнтки О.: а) АО/ОТА 11С21 (травма побутова 04.11.2021); б, в) після тотального гібридного ендопротезування правого плечового суглоба розробленим модульним реверсивним ендопротезом (операція 16.12.2021)



**Рис. 6.** Етапи хірургічного втручання: а) імплантація безцементної гленоїдальної опорної пластини; б) фіксація гленоїдальної головки до опорної пластини; в) імплантація цементної ніжки з проксимальною пористою частиною та вкладишем



**Рис. 7.** Фото пацієнтки О.: функціональний результат через 12 міс.

Хоча більшість таких травм лікують консервативно, частині пацієнтів із переломами типу АО/ОТА 11-В, 11-С рекомендовано хірургічне лікування. Проте продовжуються тривати дискусії щодо показань до нього та ідеальної стратегії. Секція скелетної травми та спортивних травм Європейського товариства травматології та невідкладної хірургії (ESTES) призначила робочу групу для досягнення консенсусу серед європейських країн щодо лікування ППВПК. Рекомендації порівнюють консервативне та чотири можливі варіанти хірургічного лікування — ORIF, інтрамедулярний блокований остеосинтез, гемі- та тотальне реверсивне ендопротезування [37]. Пропонують у людей старших за 50 років з остеопорозом за

неможливості проведення остеосинтезу виконувати або геміартропластику, або RTSA. Доведено, що геміартропластика призводить до гірших функціональних результатів порівняно з RTSA. Вторинне RTSA після іншого хірургічного лікування також приводить до результатів порівняних із первинним RTSA [37].

За результатами ретроспективного аналізу лікування пацієнтів із 2010 по 2019 рік, яким проведено ендопротезування плечового суглоба у зв'язку з ППВПК, не доведено істотних відмінностей у функції плечового суглоба після RTSA та геміартропластики. Автори дійшли висновку, що це пов'язано з обмежувальними показаннями до геміартропластики [38]. В іншому ретроспективному

досліджені [39] результатів лікування пацієнтів з ППВПК із 2010 по 2017 рік автори диференційовано аналізували остеосинтез або ендопротезування. Остеосинтез переломів типу АО/ОТА 11-В, 11-С проводили за технічної можливості. Використано або дельтопекторальний доступ, або мінімально інвазивний остеосинтез пластиною (МІРО). Геміартропластику застосовували за можливості реконструкції горбків та відсутності ознак остеоартриту. У всіх інших випадках виконували RTSA. Автори вважають, що й остеосинтез, й первинне ендопротезування можуть привести до хорошого або навіть відмінного функціонального результату, але зазначають високу частоту ревізій після остеосинтезу. Ревізійні процедури, які передбачають ендопротезування після невдалого остеосинтезу, дають значно нижчі функціональні результати [39]. Таким чином, доведено, що хірургічне лікування ППВПК у людей похилого та старечого віку на фоні остеопорозу створює проблеми для прийняття рішення щодо вибору методу хірургічного втручання.

Використання RTSA привело до зміни парадигми в лікуванні ППВПК у людей похилого та літнього віку. Унікальні біомеханічні принципи та конструктивні особливості RTSA роблять його придатним варіантом лікування ППВПК у людей похилого віку на фоні остеопорозу та дефектів горбків. Метод вважають надійним підходом після невдалої геміартропластики або неспроможного ORIF [40]. RTSA має явні переваги перед геміартропластикою та внутрішньою фіксацією, забезпечує полегшення болю та надійне відновлення або значне покращення функціональних результатів. Як наслідок, за останнє десятиліття спостерігається збільшення кількості RTSA пацієнтів похилого віку [41].

Проведений нами аналіз хірургічного лікування пацієнтів із ППВПК старших за 50 років показав, що використання 3D-імплантатів PLA як армуючого матеріалу під час проведення ORIF дозволяє отримати в більшості хворих позитивні результати з мінімальною кількістю ускладнень. У разі несприятливого результату ORIF повторне втручання передбачає ревізію, видалення металоконструкцій, артроліз і реверсивне тотальне ендопротезування плечового суглоба. Наш досвід доводить, що первинне використання RTSA у випадку застарілих переломовивихів типу АО/ОТА 11-В, 11-С і технічної неможливості проведення ORIF дозволяє отримати позитивні результати в термін до 3 років після операції.

Таким чином, на підставі ретроспективного аналізу власних результатів та спеціальної літератури пропонуємо диференційований підхід до вибору хірургічного лікування пацієнтів віком 50 років і старше з переломами типу АО/ОТА 11-В, 11-С:

1. За відсутності вираженого остеопорозу за даними денситометрії (чи  $KI = 0,4-0,5$ ) виконання ORIF виправдане та необхідне.

2. У разі вираженого остеопорозу ( $KI < 0,4$ ) проведення ORIF можливе, але з обов'язковим використанням ало- й автотрансплантів або кісткового цементу.

3. За умов вираженого остеопорозу ( $KI < 0,4$ ) та технічної неможливості проведення стабільного ORIF необхідно виконувати первинне реверсивне тотальне ендопротезування.

## Висновки

Позитивні результати відкритої репозиції та накісткової фіксації ППВПК пластинами типу PHILOS у пацієнтів старше 50 років із остеопорозом отримані в 72 % випадків, задовільні — 16, незадовільні — 12 %. Середня оцінка за Constant-Murley Shoulder Score через 12 міс. склала 78,4 бала.

Застосування пластин PHILOS для остеосинтезу ППВПК із додатковим армуванням розробленими пористими 3D-імплантатами з полілактиду у пацієнтів із остеопорозом дозволило в терміни від 6 до 12 міс. після операції отримати у 81,8 % випадків позитивні результати (відмінні та хороші), 18,2 % — задовільні та знизити кількість ускладнень. Середня оцінка за Constant-Murley Shoulder Score склала 88 балів.

У всіх пацієнтів III групи досягнуто відновлення функції плечового суглоба за відсутності ознак нестабільності компонентів ендопротеза. У термін від 6 до 12 міс. після операції в 6 (75 %) осіб отримані хороші результати, у 2 (25 %) — задовільні. За Constant-Murley Shoulder Score 82 бали.

Тотальне реверсивне ендопротезування плечового суглоба в разі незрослих ППВПК, міграції металоконструкції, розвитку аваскулярного некрозу головки плечової кістки на фоні низької мінеральної щільності кістки, ушкодження ротаційної манжети, гіпотрофії м'язів є ефективним хірургічним втручанням, яке дає змогу досягти задовільних функціональних результатів у термін до 3 років.

Клінічна апробація запропонованого нами реверсивного модульного ендопротеза плечового суглоба з пористого 3D-титану, виготовленого за

допомогою адитивних технологій, показала позитивні найближчі результати. Конструктивні особливості запропонованого реверсивного ендопротеза підвищують надійність і тривалість його роботи з покращеними функціонально-клінічними властивостями.

Запропонований диференційований підхід вибору методу лікування пацієнтів віком 50 років і старше з ППВПК відповідно до типу перелому згідно з класифікацією АО/ОТА та остеопорозу дозволить отримати здебільшого позитивні анатомо-функціональні результати та попередити негативні наслідки хірургічного лікування.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

### Список літератури

1. Outcomes for type C proximal humerus fractures in the adult population: comparison of nonoperative treatment, locked plate fixation, and reverse shoulder arthroplasty / S. A. Samborski, B. E. Haws, S. Karnyski [et al.] // *JSES International*. — 2022. — Vol. 6 (5). — P. 755–762. — DOI: 10.1016/j.jseint.2022.05.006.
2. Proximal humeral fractures in Sweden—a registry-based study / B. O. Sumrein, T. T. Huttunen, A. P. Launonen [et al.] // *Osteoporosis International*. — 2017. — Vol. 28 (3). — P. 901–907. — DOI: 10.1007/s00198-016-3808-z.
3. How age and gender influence proximal humerus fracture management in patients older than fifty years / A. H. Patel, J. H. Wilder, S. A. Ofa [et al.] // *JSES International*. — 2021. — Vol. 6 (2). — P. 253–258. — DOI: 10.1016/j.jseint.2021.11.007.
4. Nationwide trends in management of proximal humeral fractures: an analysis of 77,966 cases from 2008 to 2017 / A. S. McLean, N. Price, S. Graves [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2019. — Vol. 28 (11). — P. 2072–2078. — DOI: 10.1016/j.jse.2019.03.034.
5. Operative treatment of proximal humeral fractures with reverse total shoulder arthroplasty in patients  $\geq 65$  years old: a critical analysis review / C. C. Lin, E. Karlin, M. A. Boin [et al.] // *JBJS Rev*. — 2022. — Vol. 10 (5). — DOI: 10.2106/JBJS.RVW.21.00245.
6. Trends in surgical management of proximal humeral fractures in adults: a nationwide study of records in Germany from 2007 to 2016 / A. Klug, Y. Gramlich, D. Wincheringer [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. — 2019. — Vol. 139 (12). — P. 1713–1721. — DOI: 10.1007/s00402-019-03252-1.
7. Treatment of proximal humeral fractures - a review of current concepts enlightened by basic principles / D. Maier, M. Jäger, P. C. Strohm, N. P. Sudkamp // *Acta Chirurgiae orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*. — 2012. — Vol. 79 (4). — P. 307–316.
8. Jo Y. H. Surgical trends in elderly patients with proximal humeral fractures in South Korea: a population-based study / Y. H. Jo, K. H. Lee, B. G. Lee // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2019. — Vol. 20 (1). — Article ID : 136. — DOI: 10.1186/s12891-019-2515-2.
9. Complex proximal humerus fractures: Hertel's criteria reliability to predict head necrosis / G. Campochiaro, M. Rebuzzi, P. Baudi, F. Catani // *Musculoskeletal Surgery*. — 2015. — Vol. 99 (Suppl 1). — P. S9–S15. — DOI: 10.1007/s12306-015-0358-z.
10. Archer L. A. Rate of avascular necrosis and time to surgery in proximal humerus fractures. / L. A. Archer, A. Furey // *Musculoskeletal Surgery*. — 2016. — Vol. 100 (3). — P. 213–216. — DOI: 10.1007/s12306-016-0425-0.
11. Risk factors for humeral head necrosis and non-union after plating in proximal humeral fractures / S. Boesmueller, M. Wech, M. Gregori [et al.] // *Injury*. — 2016. — Vol. 47 (2). — P. 350–355. — DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.001.
12. Operative treatment of 2-part surgical neck fractures of the proximal humerus (AO 11-A3) in the elderly: Cement augmented locking plate Philos™ vs. proximal humerus nail MultiLoc® / T. Helfen, G. Siebenbürger, M. Mayer [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2016. — Vol. 17 (1). — Article ID: 448. — DOI: 10.1186/s12891-016-1302-6.
13. Current concepts in locking plate fixation of proximal humerus fractures / C. J. Laux, F. Grubhofer, C. M. L. Werner [et al.] // *Journal of Orthopaedic Surgery*. — 2017. — Vol. 12 (1). — Article ID: 137. — DOI: 10.1186/s13018-017-0639-3.
14. An experimental study of the mechanical properties of polylactide / M. Korzh, M. Shidlovsky, V. Makarov [et al.] // *Trauma (Ukraine)*. — 2019. — Vol. 20 (6). — P. 5–11. — DOI: 10.22141/1608-1706.6.20.2019.186029. (in Ukrainian)
15. Makarov V. Osteoreparation around the polylactide, implanted into the metadiaphys defect of the femur (experimental study) / V. Makarov, N. Dedukh, O. Nikolchenko // *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. — 2018. — No. 2. — P. 102–107. — DOI: 10.15674/0030-598720182102-107. (in russian)
16. The results of clinical trial with polylactide implants for osteosynthesis of proximal humerus fractures in patients with osteoporosis / M. Korzh, V. Makarov, O. Tankut, O. Pidgaiska // *Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics*. — 2019. — No. 4. — P. 26–36. — DOI: 10.15674/0030-59872019426-36. (in russian)
17. Five-year outcome after conversion of a hemiarthroplasty when used for the treatment of a proximal humeral fracture to a reverse total shoulder arthroplasty / M. Holschen, M. K. Siemes, K. A. Witt, J. Steinbeck // *The Bone & Joint Journal*. — 2018. — Vol. 100-B (6). — P. 761–766. — DOI: 10.1302/0301-620X.100B6.BJJ-2017-1280.R1.
18. Revision of failed shoulder hemiarthroplasty to reverse total arthroplasty: analysis of 157 revision implants / G. Merolla, E. Wagner, J. W. Sperling [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2018. — Vol. 27 (1). — P. 75–81. — DOI: 10.1016/j.jse.2017.06.038.
19. Reverse shoulder replacement versus hemiarthroplasty for proximal humeral fracture in elderly patients: a systematic review / M. Vall, L. Natera, C. Witney-Lagen [et al.] // *Musculoskeletal Surgery*. — 2022. — Vol. 106 (4). — P. 357–367. — DOI: 10.1007/s12306-022-00761-y.
20. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics / P. Boileau, D. J. Watkinson, A. M. Hatzidakis, F. Balg // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2005. — Vol. 14 (1 Suppl S). — P. 147S–161S. — DOI: 10.1016/j.jse.2004.10.006.
21. Prostheses for reverse total shoulder arthroplasty / J. M. Kazley, K. P. Cole, K. J. Desai [et al.] // *Expert Review of Medical Devices*. — 2019. — Vol. 16 (2). — P. 107–118. — DOI: 10.1080/17434440.2019.1568237.
22. Reverse Shoulder Arthroplasty for the treatment of Proximal humeral fractures in the Elderly (ReSHAPE trial) : study protocol for a multicentre combined randomised controlled and observational trial / G. C. Smith, E. Bateman, B. Cass [et al.] // *Trials*. — 2017. — Vol. 18 (1). — Article ID: 91. — DOI: 10.1186/s13063-017-1826-6.
23. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: outcomes comparing primary reverse arthroplasty for fracture versus reverse arthroplasty after failed osteosynthesis / S. F. Shannon, E. R. Wagner, M. T. Houdek [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2016. — Vol. 25 (10). — P. 1655–1660. — DOI: 10.1016/j.jse.2016.02.012.
24. Salvage reverse total shoulder arthroplasty for failed operative treatment of proximal humeral fractures in patients

- younger than 60 years: long-term results / L. Ernstbrunner, S. Rahm, A. Suter [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2020. — Vol. 29 (3). — P. 561–570. — DOI: 10.1016/j.jse.2019.07.040.
25. Reverse total shoulder arthroplasty for failed open reduction and internal fixation of fractures of the proximal humerus / F. Grubhofer, K. Wieser, D. C. Meyer [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2017. — Vol. 26 (1). — P. 92–100. — DOI: 10.1016/j.jse.2016.05.020.
  26. Neer C. S. 2<sup>nd</sup>. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation / C. S. Neer 2<sup>nd</sup> // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. — 1970. — Vol. 52 (6). — P. 1077–1089.
  27. Translation between the Neer- and the AO/OTA-classification for proximal humeral fractures: do we need to be bilingual to interpret the scientific literature? / S. Brorson, H. Eckardt, L. Audige [et al.] // *BMC Research Notes*. — 2013. — Vol. 6. — Article ID: 69. — DOI: 10.1186/1756-0500-6-69.
  28. Results of open repositioning and bony fixation with plates with angular stability of fractures of the proximal part of the humerus in patients with osteoporosis / N. A. Korzh, V. B. Makarov, A. V. Sabsai [et al.] // *Orthopedics, Traumatology and Prosthetics*. — 2020. — No. 3 (620). — P. 44–53. — DOI: 10.15674/0030-59872020344-53. (in russian)
  29. Pat. 147449 UA. A61F 2/04 Porous biodegradable implant / V. B. Makarov, M. O. Korzh, A. M. Kovalev, D. O. Chupryna. — No. u202101236; statement 12.03.2021; published 05.05.2021, Bul. No. 18. (in Ukrainian)
  30. Pat. 147264 UA. Reversible total modular endoprosthesis of the shoulder joint / V. R. Ermakov, Yu. M. Nikitin, K. O. Grebennikov, D. O. Chupryna. — No. u202101238; statement 12.03.2021; published 04.21.2021, Bul. No. 16. (in Ukrainian)
  31. Influence of trabecular microstructure and cortical index on the complexity of proximal humeral fractures / G. Osterhoff, G. Diederichs, A. Tami [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. — 2012. — Vol. 132 (4). — P. 509–515. — DOI: 10.1007/s00402-011-1446-7.
  32. The influence of bone mineral density and cortical index on the complexity of fractures of the proximal humerus / J. W. den Teuling, B. S. Pauwels, L. Janssen [et al.] // *Bone & Joint Research*. — 2017. — Vol. 6. — P. 584–589. — DOI: 10.1302/2046-3758.610.
  33. Standardised test protocol (Constant Score) for evaluation of functionality in patients with shoulder disorders / I. Ban, A. Troelsen, D. H. Christiansen [et al.] // *Danish Medical Journal*. — 2013. — Vol. 60 (4). — Article ID : A4608.
  34. Vasiliev V. V. Application of diamond-like coatings (APP) on the end surfaces of silicon carbide rings for dry gas-sealed high-pressure compressors / V. V. Vasiliev, A. A. Luchaninov, V. E. Strelnytskyi // *Problems of Atomic Science and Technology*. — 2018. — No. 1 (113). — P. 88–92. — (Serie : “Vacuum, pure materials, superconductors”). — Available from: [https://vant.kipt.kharkov.ua/TABFRAME2\\_themes.html](https://vant.kipt.kharkov.ua/TABFRAME2_themes.html)
  35. DLC Coatings on Spherical Elements of HIP Endoprostheses / V. V. Vasiliev, V. E. Strelnytskyi, V. B. Makarov [et al.] // *European Journal of Engineering and Formal Sciences*. — 2022. — Vol. 5. — P. 80–88.
  36. Trending a decade of proximal humerus fracture management in older adults / A. H. Patel, J. H. Wilder, S. A. Ofa [et al.] // *JSES Int*. — 2021. — Vol. 6 (1). — P. 137–143. — DOI: 10.1016/j.jseint.2021.08.006.
  37. ESTES recommendations on proximal humerus fractures in the elderly / K. W. Wendt, M. Jaeger, J. Verbruggen [et al.] // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. — 2021. — Vol. 47 (2). — P. 381–395. — DOI: 10.1007/s00068-020-01437-7.
  38. Shoulder arthroplasty for proximal humeral fracture treatment: a retrospective functional outcome analysis / S. Weber, H. Grehn, R. Hutter [et al.] // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. — 2022. — Advance online publication. — DOI: 10.1007/s00590-022-03313-z.
  39. Proximal humeral fracture-dislocation: Outcome analysis in osteosynthesis and arthroplasties / S. Haupt, S. Weber, H. Frima [et al.] // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. — 2022. — Advance online publication. — DOI: 10.1007/s00590-021-03183-x.
  40. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: outcomes comparing primary reverse arthroplasty for fracture versus reverse arthroplasty after failed osteosynthesis / S. F. Shannon, E. R. Wagner, M. T. Houdek [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. — 2016. — Vol. 25 (10). — P. 1655–1660. — DOI: 10.1016/j.jse.2016.02.012.
  41. Larose G. The evolution of reverse total shoulder arthroplasty and its current use in the treatment of proximal humerus fractures in the older population / G. Larose, M. S. Virk // *Journal of Clinical Medicine*. — 2022. — Vol. 11 (19). — Article ID: 5832. — DOI: 10.3390/jcm11195832.

Стаття надійшла до редакції 31.10.2022

## RESULTS OF A DIFFERENTIAL APPROACH TO SURGICAL TREATMENT OF PROXIMAL HUMERUS FRACTURES IN PATIENTS WITH OSTEOPOROSIS

M. O. Korzh <sup>1</sup>, V. B. Makarov <sup>2</sup>, I. G. Gupalov <sup>2</sup>, O. M. Pertseva <sup>2</sup>, K. P. Boyko <sup>2</sup>, O. O. Pidgaiska <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

<sup>2</sup> Municipal non-profit enterprise «City Clinical Hospital № 16» of the Dnipro City Council. Ukraine

✉ Mykola Korzh, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: [mykola.korzh47@gmail.com](mailto:mykola.korzh47@gmail.com)

✉ Vasyl Makarov, MD, PhD in Orthopaedics and Traumatology: [vasylmakarov2010@gmail.com](mailto:vasylmakarov2010@gmail.com)

✉ Igor Gupalov, MD: [iggupalov@gmail.com](mailto:iggupalov@gmail.com)

✉ Olena Pertseva, MD: [ompertseva@gmail.com](mailto:ompertseva@gmail.com)

✉ Konstantin Boyko, MD: [kpboyko@gmail.com](mailto:kpboyko@gmail.com)

✉ Olga Pidgaiska, MD, PhD in Traumatology and Orthopaedics: [podgayo@yahoo.com](mailto:podgayo@yahoo.com)