

## ЛІКУВАННЯ ГЛИБОКОЇ ПЕРИПРОТЕЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА ЗА ДОПОМОГОЮ АРТИКУЛЮЮЧИХ ЦЕМЕНТНО-АНТИБІОТИКОВИХ СПЕЙСЕРІВ З ПЛАСТИНКАМИ СРІБЛА ТА АНТИБІОТИКАМИ

\*М. Мюллер, \*\*Я.М. Васильчишин, \*\*\*Р. А. Доршфельд, \*\*В.В. Процюк

\*Клініка «Charite», м. Берлін, Німеччина

\*\*Шведсько-Український медичний центр «Angelholm», м. Чернівці, Україна

\*\*\*Євромед імплант, м. Штаде, Німеччина

### Ключові слова:

ревізійне  
ендопротезування  
кульшового суглоба,  
перипротезна  
інфекція, цементно-  
антибіотиковий  
спейсер, срібло.

Буковинський медичний  
вісник. Т.25, № 2 (98).  
С. 87-93.

DOI: 10.24061/2413-  
0737.XXV.1.96.2020.14

E-mail: dr.protsiuk@  
gmail.com

**Мета роботи** - покращити результати двоетапного лікування хворих з наявністю глибокої перипротезної інфекції кульшового суглоба шляхом застосування артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера в поєднанні з пластинками срібла та антибіотиками.

**Матеріал і методи.** Досліджено результати лікування 52 хворих, оперованих у Шведсько-Українському медичному центрі "Angelholm" у період із 2017 по 2020 роки, яким виконано двохетапне ревізійне ендопротезування з приводу глибокого перипротезного інфекційно-запального процесу кульшового суглоба. Крім того, обстежено 9 хворих, у яких під час першого етапу двохетапного лікування інфекції штучного кульшового суглоба розроблений артикулюючий цементно-антибіотиковий спейсер з кісткового цементу з вмістом срібла та антибіотиками.

**Результати дослідження.** Проведений аналіз віддалених результатів двохетапного ревізійного ендопротезування кульшового суглоба в 49 пацієнтів (94,2%) показав, що застосування розробленої технології інтраопераційного виготовлення цементного спейсера з використанням порошку срібла в 9 хворих дозволило досягти ерадикації інфекції та отримати добрі функціональні результати лікування перипротезної інфекції у 44 (89,8%) випадків з оцінкою  $87,18 \pm 6,44$  бала за шкалою Harris Hip Score.

**Висновки.** У клінічну практику впроваджено інноваційний метод лікування глибокої перипротезної інфекції кульшового суглоба, що полягає в збільшенні ефективності застосування артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера за рахунок додавання до нього пластинок срібла та, додатково, антибіотика.

## ЛЕЧЕНИЕ ГЛУБОКОЙ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ПОМОЩЬЮ АРТИКУЛИРУЮЩИХ ЦЕМЕНТНО-АНТИБИОТИКОВЫХ СПЕЙСЕРОВ С ПЛАСТИНКАМИ СЕРЕБРА И АНТИБИОТИКАМИ

М. Мюллер, Я.Н. Васильчишин, Р. А. Доршфельд, В.В. Процюк

### Ключевые слова:

ревизионное  
эндопротезирование  
тазобедренного  
сустава, перипротезная  
инфекция, цементно-  
антибиотиковый  
спейсер, серебро.

**Цель работы** - улучшить результаты двухэтапного лечения больных с наличием глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава путем применения артикулирующего цементно-антибиотикового спейсера в сочетании с пластинками серебра и антибиотиками.

**Материал и методы.** Исследовано результаты лечения 52 больных, оперированных в Шведско-Украинском медицинском центре "Angelholm" в период с 2017 по 2020 годы, которым было выполнено двухэтапное ревизионное эндопротезирование по поводу глубокого перипротезного инфекционно-воспалительного процесса тазобедренного сустава. Кроме того, обследовано 9 больных, у которых во время первого этапа двухэтапного лечения инфекции искусственного тазобедренного сустава разработан

## Оригінальні дослідження

Буковинський медичний-  
ський вестник. Т.25, № 2  
(98). С. 87-93.

артикулирующий цементно-антибиотиковый спейсер из костного цемента с содержанием серебра.

**Результаты исследования.** Отдаленные результаты двухэтапного ревизионного эндопротезирования с внедрением предложенных нами цементно-антибиотиковых спейсеров изучено в 49 (94,2%) больных. Среди них в 9 пациентов использовано пластинки серебра, которые показали хорошую переносимость пациентами и во всех случаях инфекция была преодолена. С 49 больных, в которых изучены отдаленные результаты двухэтапного ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, у 44 (89,8%) достигнуто эрадикации инфекции с восстановлением функции оперированной конечности. Такие результаты оценены нами как хорошие. Средний показатель по HHS в этой группе составил  $87,18 \pm 6,44$  балла.

**Выводы.** В клиническую практику внедрен инновационный метод лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава, который заключается в увеличении эффективности применения артикулирующего цементно-антибиотикового спейсера за счет добавления к нему пластинок серебра и, дополнительно, антибиотика.

## TREATMENT OF DEEP PERIPROSTHETIC HIP INFECTION WITH ARTICULATING CEMENT-ANTIBIOTIC SPACERS WITH SILVER PLATES AND ANTIBIOTICS

M. Muller, Ya. N. Vasylychshyn, R. A. Dorschfeld, V.V. Protsiuk

**Key words:** revision  
hip arthroplasty,  
periprosthetic infection,  
cement-antibiotic spacer,  
silver.

Bukovinian Medical  
Herald. V.25, № 2 (98).  
P. 87-93.

The aim of this work is to improve the results of treatment of patients with a deep periprosthetic hip joint infection by using an articulating cement-antibiotic spacer in combination with silver plates and antibiotics.

**Material and methods.** The treatment outcomes of 52 patients operated at the Swedish-Ukrainian Angelholm Medical Center for the period from 2017 to 2020, who underwent two-stage revision arthroplasty for the deep periprosthetic infectious-inflammatory process of the hip joint, were studied. In addition, 9 patients were examined in whom, during the first stage of a two-stage treatment of an artificial hip joint infection, an articulating cement-antibiotic spacer made of bone cement with a silver content was developed.

**Research results.** Long-term results of two-stage revision arthroplasty with the introduction of our proposed cement-antibiotic spacers were studied in 49 (94.2%) patients. Among them, 9 patients used silver plates, which showed good patient tolerance and in all cases the infection was overcome. In 49 patients in whom the long-term results of two-stage revision hip arthroplasty were studied, 44 (89.8%) achieved eradication of the infection with restoration of the function of the operated limb. We rated such results as good. The average HHS score in this group was  $87.18 \pm 6.44$  points.

**Conclusions.** An innovative method of treatment of deep periprosthetic infection of the hip joint has been introduced into clinical practice, which consists in increasing the effectiveness of using an articulating cement-antibiotic spacer by adding silver plates to it and, in addition, an antibiotic.

**Вступ.** В умовах зниження імунологічної резистентності організму, збільшення числа стійких до протимікробних препаратів штамів мікроорганізмів, для профілактики і лікування інфекційно-запальних захворювань необхідні нові підходи і нові лікарські засоби, які відрізняються більш високою ефективністю [1]. Антибіотикорезистентність мікроорганізмів реєструється вже через 1-3 роки після початку застосування

нових препаратів [2]. Тому пошук нових антибіотикорезистентних препаратів для запобігання та подолання поширення антибіотикостійких штамів бактерій є перспективним [3].

З метою лікування глибокої перипротезної інфекції штучного кульшового суглоба на сьогодні є поодинокі роботи з використання бактеріцидних властивостей таких металів, як мідь та срібло. Вони володіють комп-

лексом фізичних, хімічних і біологічних властивостей, які радикально відрізняються від інших металів [4, 5]. Срібловмісні препарати, які застосовуються у вогнищі інфекції, не викликають токсичної дії на організм хворого із збереженням бактерицидних та антимікробних властивостей, у зв'язку з чим використовуються для обробки опіків і профілактики різноманітних інфекцій [6, 7, 8, 9].

На сьогодні відомі роботи, які спрямовані на отримання комбінованих препаратів заданої дії [10, 11]. Доведено, що композиції препаратів срібла з антибіотиками володіють вираженим антибактеріальним ефектом; активність пеніциліну G, амоксициліну, еритроміцину, кліндоміцину і ванкомицину особливо підвищується в поєднанні зі сріблом проти *Escherichia coli* і *Staphylococcus aureus*, а ванкомицину, пеніциліну G та амоксициліну – проти *S. Aureus* [12, 13].

Наведені вище дані демонструють можливість створення унікальних за комбінованою дією композитів із сріблом та антибактеріальних препаратів, у тому числі артикулюючих цементно-антибіотикових спейсерів із пластинками срібла для лікування глибокої перипротезної інфекції штучного кульшового суглоба [14, 15, 16].

**Мета роботи.** Покращити результати лікування хворих з наявністю глибокої перипротезної інфекції кульшового суглоба шляхом застосування артикулюючих цементно-антибіотикових спейсерів у поєднанні з пластинками срібла та антибіотиками.

**Матеріал і методи.** Досліджено результати лікування 52 хворих, які оперовані у Шведсько-Українському медичному центрі «Angelholm» за період з 2017 по 2020 рр., яким виконано двохетапне ревізійне ендопротезування (ДРЕ) з приводу глибокої перипротезної інфекції кульшового суглоба (КС). Крім того, 9 хворих, у яких використано під час проведення першого етапу двохетапного лікування інфекції штучного кульшового суглоба (ШКС) пластинки срібла в поєднанні з антибіотиками в процесі виготовлення артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера з кісткового цементу. Середній вік хворих склав  $(63,2 \pm 12,9)$  років (від 28 до 82 років). Чоловіків було 24 (46,2%), жінок – 28 (53,8%).

Авторська методика двохетапного ревізійного ендопротезування з використанням артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера під час першого етапу лікування. Для проведення ревізійного ендопротезування КС нами розроблено «Пристрій для тимчасового ендопротезування проксимальної частини стегнової кістки» [17]. Артикулюючий цементно-антибіотиковий спейсер виготовлявся інтраопераційно за допомогою кісткового цементу – поліметилметакрилату, насиченого антибіотиком згідно з антибіотикограмою (рис. 1) та розбірної прес-форми, що складалася з двох симетричних половин і була виготовлена з нержавіючого сплаву (рис. 2). Виготовлено типорозміри ацетабулярної западини з кроком 2 мм від 46 до 58 розміру (рис. 3), що відповідає діаметру западини та ніжки зі збільшеним розміром в 1,5 мм у поперечнику, яка занурювалася в трепанований канал стегнової кістки.



**Рис. 1.** Артикулюючий цементно-антибіотиковий спейсер для виконання першого етапу двохетапного хірургічного лікування, розмір 48



**Рис. 2.** Розбірна прес-форма для інтраопераційного виготовлення спейсера, розмір 50



**Рис. 3.** Набір прес-форм для інтраопераційного виготовлення спейсерів I покоління, розміри від 48 до 60



## Оригінальні дослідження

Оперативне лікування інфекційно-запального процесу глибокої перипротезної ділянки КС здійснювали за допомогою пристрою таким чином: одним із відомих доступів проводили розтин м'яких тканин, проводили видалення раніше встановленого інфікованого ендопротеза, ретельну ревізію оточуючих тканин, промивання антисептичними розчинами. За допомогою розроблених нами прес-форм під час операції виготовляли артикулюючий цементно-антибіотиковий спейсер, до якого додавали антибіотик відповідно до антибіотикограми пацієнта та пластинок срібла. Спейсер вводили в кістково-мозкову порожнину стегнової кістки і вправляли її в кульшову западину. Рану пошарово зашивали і дренивали.

Всі пацієнти отримували системну антибіотикотерапію з урахуванням чутливості збудників, прями антикоагулянти та симптоматичну терапію. Руховий режим передбачав ходьбу на милицях із дозованим навантаженням на оперовану кінцівку з другого дня після операції та лікувальну фізкультуру. У післяопераційному періоді проводили контрольну рентгенографію оперованого суглоба та контроль лабораторних показників.

Дослідження проводилося шляхом забору венозної крові для імунологічного, алергологічного, біохімічного дослідження впливу іонів срібла на організм на 3-й, 7-й, 14-й дні після першого етапу двохетапного лікування перипротезної інфекції та перед встановленням постійного ШКС. А також проводився забір трансудату на визначення срібла з відточного дренажа на 1-й та 3-й дні після встановлення артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера.

Через 13 тижнів з моменту першого етапу ДРЕ кульшового суглоба (КС) повторне проведення лабораторного (ЗАК, СРБ, ШЗЕ) та інструментального обстеження (УЗД-ділянки оперованого КС, рентгенівські знімки проксимальної частини стегнової кістки, КТ).

Другий етап виконували через 14-16 тижнів після першого, за умови клінічного, лабораторного підтвердження відсутності інфекції, інтраопераційного забору матеріалу бактеріологічного дослідження синовіальної рідини КС. Він полягав у видаленні артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера та встановленні постійного штучного кульшового суглоба. Проводилася системна в/в антибактеріальна терапія протягом 14 днів згідно з попередньою антибіотикограмою та переходу на пероральні форми протягом 6 тижнів з моменту другого етапу.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Віддалені результати ДРЕ з використанням запропонованих нами цементно-антибіотикових спейсерів вивчено у 49 (94,2%) хворих. Серед них у 9 пацієнтів, яким встановлено пластинки срібла, показали хорошу переносимість пацієнтами і в усіх випадках інфекцію було подолано.

Із 49 хворих, у яких вивчені віддалені результати ДРЕ КС, у 44 (89,8%) осіб досягнуто ерадикації інфекції з відновленням функції оперованої кінцівки. Такі результати оцінені нами як добрі. Середній показник за шкалою NHS у цієї групи склав  $87,18 \pm 6,44$  бала.



Рис. 4. Рентгенограма обох кульшових суглобів пацієнта І, 1961 р.н.



Рис. 5. Рентгенограма правого КС пацієнта І, 1961 р.н. перед видаленням ендопротеза та постановкою артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера правого КС

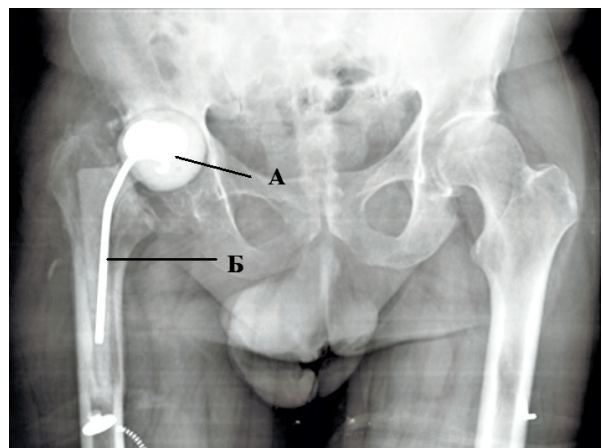


Рис. 6. Рентгенограма обох КС пацієнта І, 1961 р.н. після видалення ендопротеза та постановкою артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера правого КС. А – пластинки зі сріблом у голівці артикулюючого спейсера; Б – армуючий стрижень в артикулюючому цементно-антибіотиковому спейсері

Таблиця 1

Показники вмісту іонів срібла в трансудаті (N < 1 µg/l)		
1-й день	68,2	µg/l
3-й день	182,6	µg/l
Показники вмісту іонів срібла у венозній крові (N < 1 µg/l)		
3-й день	4,8	µg/l
7-й день	12,1	µg/l
62-й день	7,2	µg/l
67-й день	4,1	µg/l
98-й день	0,7	µg/l

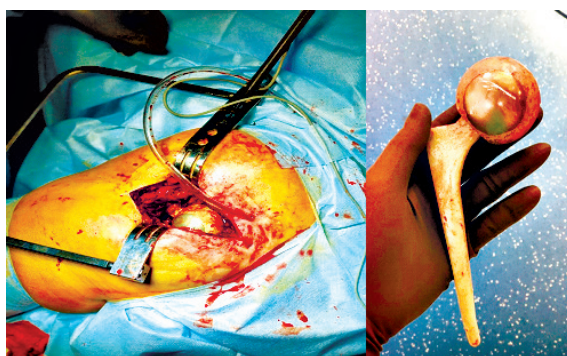


Рис. 7. А - інтраопераційне фото артикулюючого спейсера перед видаленням, Б – артикулюючий спейсер після видалення

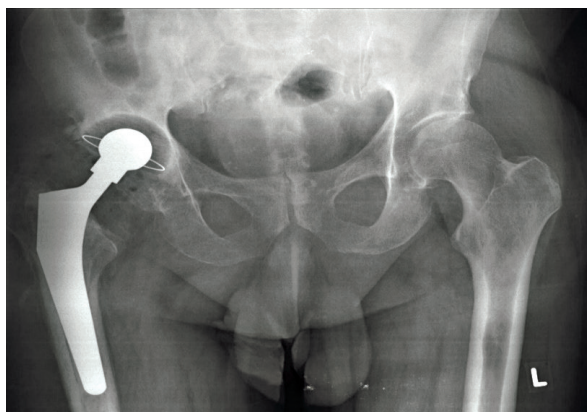


Рис. 8. Рентгенограма обох кульшових суглобів хворого І., 1961 р.н. після встановлення тотального цементного ендопротеза правого КС

Клінічний приклад: пацієнт І., 1961 р.н. (59 років), надійшов у медичний центр з діагнозом: Стан після встановлення тотального ендопротеза правого КС, норицева форма, згинально-привідна контрактура (рис. 5). Хворий скаржився на біль у правому КС, наявність виділень та обмеження рухів протягом останнього року. З анамнезу відомо, що 19.12.2019 р. йому виконано тотальне цементне ендопротезування правого КС в ортопедичному відділенні з приводу асептичного некрозу голівки стегнової кістки (рис. 4) за місцем проживання,

післяопераційний період проходив без ускладнень, рана загоїлася первинним натягом, виписаний на амбулаторне лікування на 10-й день з моменту операції (згідно з даними документації).

Через 3 міс. після оперативного лікування з явищами інтоксикації та підвищенні температури до 39°C, був госпіталізований в ортопедичне відділення за місцем проживання. Лікувався стаціонарно, приймав інфузійно а/б широкого спектра дії, яке дало тимчасове покращення на 3 міс. Однак через появу почервоніння та виділень з п/о рубця звернувся повторно, де призначено антибіотикотерапію, виконано санацію м'яких тканин п/о рани зі збереженням компонентів ендопротеза без ефекту. Висіяно *Staphylococcus aureus* у кількості 106 КУО/мл, з чутливістю до ванкоміцину, кліндаміцину, цефалоспоринів II-III покоління, фторхінолонів.

При огляді виявлено гіпотрофію м'язів правого стегна та гомілки, відносно вкорочення правої нижньої кінцівки на 2.0 см.

Хворому запропоновано двохетапне ревізієне ендопротезування правого КС, з видаленням спейсера та постановкою артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера правого КС з цефуроксимом у кількості 3,0 гр. з додаванням пластинок срібла, та 02.08.2020р. проведено операцію (рис. 5, 6). Післяопераційна антибіотикотерапія полягала в інфузійному прийомі ванкоміцину 1,0 та левофлоксацину 500 мг, двічі на добу протягом 10 днів із переходом на пероральний прийом циприфлоксацину в дозі 500 мг двічі на добу впродовж 5 тижнів з моменту виписки. Післяопераційний період проходив без ускладнень, відточний дренаж видалено через 24 год з моменту оперативного втручання. Рана загоїлася первинним натягом, призначена рання активізація, ходьба на ходунках без особливих навантажень на праву нижню кінцівку.

Динаміку зміни показників вмісту срібла в трансудаті та у венозній крові пацієнта представлено в таблиці 1 з дня встановлення артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера зі срібними пластинами (аналіз крові на вміст срібла виконувався в ДЦ ТОВ "Букінтермед" спільно з Gemeinschaftslabor Cottbus MVZ в місті Котбус (Німеччина)).

Після загальноклінічного обстеження та відсутності ознак рецидиву інфекційного процесу 12.11.2020 р. виконано другий етап ДРЕ з видаленням артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера правого КС (рис. 7) та постановкою тотального цементного ендопротеза лівого КС (Muller OHST) з додаванням до поліметилакрилового цементу Simplex P bone cement антибіотика ванкоміцину в дозі 1,0 (рис. 8) та через 10 місяців з моменту оперативного втручання.

Таким чином, проведений аналіз віддалених результатів ДРЕ КС у 49 пацієнтів (94,2%) показав, що застосування розробленої технології інтраопераційного виготовлення цементного спейсера з використанням пластинок срібла у 9 хворих дозволило досягти ерадикації інфекції та отримати добрі функціональні результати лікування перипротезної інфекції у 44 (89,8%) випадків



## Оригінальні дослідження

з оцінкою 87,18±6,44 бала за шкалою Harris Hip Score.

**Висновки**

1. Розроблений та запроваджений в клінічну практику інноваційний метод лікування хворих з глибокою перипротезною інфекцією кульшового суглоба артикулюючими цементно-антибіотиковими спейсерами із вмістом срібла покращує ефективність, у першу чергу його бактерицидну дію, на вогнище запалення.

2. Напрацьована композиція артикулюючого цементно-антибіотикового спейсера з кісткового цементу із вмістом срібла та антибіотика для використання під час першого етапу двохетапного лікування глибокої перипротезної інфекції кульшового суглоба є безпечним та ефективним для застосування, свідченням чого є позитивні біохімічні показники крові та вміст трансудату пацієнтів.

**Перспективи подальших досліджень.** У подальшому планується подальша розробка артикулюючих цементно-антибіотикових спейсерів із вмістом інших антибактеріальних інгредієнтів для покращання результатів лікування таких пацієнтів.

**Список літератури**

1. Климовицкий РВ, Филиппенко ВА, Тяжелов АА, Гончарова ЛД, Стауде ВА. Дооперационная подготовка пациентов к эндопротезированию тазобедренного сустава. Травма. 2018;19(2):72-80.
2. Колов ГБ. Діагностика та лікування гнійних ускладнень після ендопротезування кульшового та колінного суглобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.21 «Травматологія та ортопедія». Київ. 2008. 19 с.
3. Філіпенко ВА, Марущак ОП, Леонт'єва ФС, Морозенко ДВ, Кузнєцова НВ. Результати лабораторних досліджень рідини з колінних та кульшових суглобів після ендопротезування для ранньої діагностики перипротезної інфекції. Травма. 2019;20(1):49-55.
4. Чекман ІС, Марієвський ВФ, Рибалко СЛ, Давтян ЛЛ, Дідікін ГГ, Сімонов ПВ, та ін. Противірусна активність наночастинок металів: погляд на проблему. Український медичний часопис. 2015;5:45-8.
5. Еременко АМ, Смирнова НП, Муха ЮП, Яшан ГР. Наночастицы серебра и золота в кремнеземных матрицах: синтез, свойства и применение. Теоретическая экспериментальная химия. 2010;46(2):67-86.
6. Садохин ВВ, Логинова ОБ, Кистерская ЛД. Управление физико-химическими свойствами наночастиц металлов в процессе получения коллоидных растворов методом ионно-плазменной диспергации. Перспективы науки. 2013;11:106-9.
7. Мовчан БА. Електронно-лучевая нанотехнология и новые материалы в медицине - первые шаги. Вісник фармакології і фармації. 2007;12:5-13.
8. Shahverdi AR, Fakhimi A, Shahverdi RH, Minaian S. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Nanomedicine. 2007;3(2):168-71.
9. Li P, Li J, Wu Ch, Wu Q. Synergistic antibacterial effects of  $\beta$ -lactam antibiotic combined with silver nanoparticles. Nanotechnology. 2005;16(9):1912-17.
10. Чекман ІС, Прискока АО, Бабій ВФ, Антоненко ОВ, Загородній МІ. Медичне застосування наночастинок срібла: токсикологічний аспект. Український журнал сучасних проблем токсикології. 2010;4:10-3.
11. Lok CN, Ho CM, Chen R, He QY, Yu WY, Sun H, et al. Silver nanoparticles: partial oxidation and antibacterial activities. J Biol Inorg Chem. 2007;12(4):527-34.
12. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, Holt K, Kouri JB, Ramírez JT, et al. The bactericidal effect of silver nanoparticles.

Nanotechnology. 2005;16(10):2346-53.

13. Dunn K, Edwards-Jones V. The role of Acticoat with nanocrystalline silver in the management of burns. Burns. 2004;30(1):1-9.

14. Щербаків ОБ, Корчак ГІ, Скороход ІМ. Препарати срібла: вчора, сьогодні і завтра. Фармацевтичний журнал. 2006;5:55-7.

15. Chopra I. The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: useful development or a cause for concern. J Antimicrob Chem. 2007;59(4):587-90.

16. Благитко ЕМ, Бурмистров ВА, Колесников АП. Серебро в медицине. Новосибирск: Наука-Центр; 2004. 254 с.

17. Васильчишин ЯМ, Васюк ВЛ, Білик СВ. Пристрій для тимчасового реендопротезування проксимальної частини стгенової кістки. Деклараційний патент України на корисну модель № 25286 від 27.09.2010. Промислова власність. Бюл. № 18. 2010.

**References**

1. Klimovitskiy RV, Filippenko VA, Tyazhelov AA, Goncharova LD, Staude VA. Dooperatsionnaya podgotovka patsientov k endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava [Preoperative preparation of patients for hip arthroplasty]. Travma. 2018;19(2):72-80. DOI: 10.22141/1608-1706.2.19.2018.130657. (in Russian).
2. Kolov HB. Diahnostyka ta likuvannia hniinykh uskladnen' plisia endoprote-zuvannia kul'shovoho ta kolinnoho suhlobiv [Diagnosis and treatment of purulent complications after hip and knee arthroplasty] [dissertation abstract]. Kiev; 2008. 19 p. (in Ukrainian).
3. Filipenko VA, Maruschak OP, Leont'ieva FS, Morozenko DV, Kuznietsova NV. Rezul'taty laboratornykh doslidzhen' ridyny z kolinnyykh ta kul'shovykh suhlobiv plisia endoprotezuvannia dlia rann'oi diahnozyky peryprotezhnoi infektsii [Results of laboratory tests of fluid from the knee and hip joints after arthroplasty for early diagnosis of periprosthetic infection]. Travma. 2019;20(1):49-55. (in Ukrainian).
4. Chekman IS, Mariiev's'kyi VF, Rybalko SL, Davtian LL, Didikin HH, Simonov PV, et al. Protyvirusna aktyvnynt' nanochastok metaliv: pohliad na problem [Antiviral activity of metal nanoparticles: a look at the problem]. Ukrains'kyi medychnyi chasopys. 2015;5:45-8. (in Ukrainian).
5. Eremenko AM, Smirnova NP, Mukha YuP, Yashan GR. Nanochastitsy serebra i zolota v kremnezemnykh matritsakh: sintez, svoystva i primenenie [Silver and gold nanoparticles in silica matrices: synthesis, properties and applications]. Teoreticheskaya eksperimental'naya khimiya. 2010;46(2):67-86. (in Russian).
6. Sadokhin VV, Loginova OB, Kisterskaya LD. Upravlenie fiziko-khimicheskimi svoystvami nanochastits metallov v protsesse polucheniya kolloidnykh rastvorov metodom ionno-plazmennoy dispergatsii [Control of physicochemical properties of metal nanoparticles in the process of obtaining colloidal solutions by ion-plasma dispersion]. Perspektivy nauki. 2013;11:106-9. (in Russian).
7. Movchan BA. Elektronno-luchevaya nanotekhnologiya i novye materialy v meditsine - pervye shagi [Electron beam nanotechnology and new materials in medicine are the first steps]. Visnyk farmakolohii i farmatsii. 2007;12:5-13. (in Russian).
8. Shahverdi AR, Fakhimi A, Shahverdi RH, Minaian S. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Nanomedicine. 2007;3(2):168-71. DOI: 10.1016/j.nano.2007.02.001.
9. Li P, Li J, Wu Ch, Wu Q. Synergistic antibacterial effects of  $\beta$ -lactam antibiotic combined with silver nanoparticles. Nanotechnology. 2005;16(9):1912-17.
10. Chekman IS, Pryskoka AO, Babii VF, Antonenko OV, Zahorodnii MI. Medychne zastosuvannia nanochastynok sribla: toksykologichnyi aspekt [Medical use of silver nanoparticles: toxicological aspect]. Ukrains'kyi zhurnal suchasnykh problem toksykologii. 2010;4:10-3. (in Ukrainian).
11. Lok CN, Ho CM, Chen R, He QY, Yu WY, Sun H, et al. Silver nanoparticles: partial oxidation and antibacterial activities. J Biol Inorg Chem. 2007;12(4):527-34. DOI: 10.1007/s00775-007-0208-z.
12. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, Holt K, Kouri

JB, Ramirez JT, et al. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*. 2005;16(10):2346-53. DOI: 10.1088/0957-4484/16/10/059.

13. Dunn K, Edwards-Jones V. The role of Acticoat with nanocrystalline silver in the management of burns. *Burns*. 2004;30(1):1-9. DOI: 10.1016/s0305-4179(04)90000-9.

14. Scherbakov OB, Korchak HI, Skorokhod IM. Preparaty sribla: vchora, s'ohodni i zavtra [Silver preparations: yesterday, today and tomorrow]. *Farmatsevychnyi zhurnal*. 2006;5:55-67. (in Ukrainian).

15. Chopra I. The increasing use of silver-based products as

antimicrobial agents: useful development or a cause for concern. *J Antimicrob Chemother*. 2007;59(4):587-90. DOI: 10.1093/jac/dkm006.

16. Blagitko EM, Burmistrov VA, Kolesnikov AP. Serebro v meditsine [Silver in medicine]. Novosibirsk: Nauka-Tsentr; 2004. 254 p. (in Russian).

17. Vasylychshyn YaM, Vasiuk VL, Bilyk SV. Prystrii dlia tymchasovoho reendoprotezuvannia proksymal'noi chastyny stehnovoi kistky [Device for temporary reendoprosthesis of the proximal femur]. Deklaratsiynyi patent Ukrainy na korysnu model' № 25286 vid 27.09.2010. Promyslova vlasnist'. Biul. №18. 2010. (in Ukrainian).

### Відомості про авторів

Мюллер М. – д-р мед. наук, професор, завідувач відділення кістково-гнійної хірургії клініки «Шаріте», м. Берлін, Німеччина.

Васильчишин Я.М. - канд.мед.наук, доцент, головний лікар Шведсько-Українського медичного центру «Енгельгольм», заслужений лікар України, м. Чернівці, Україна.

Доршфельд Р.А. – виконавчий директор Євромед імплант, м. Штаде, Німеччина.

Процюк В.В. - ординатор відділення, Шведсько-Український медичний центр «Енгельгольм», м. Чернівці, Україна.

### Сведения об авторах

Мюллер М. - д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением костно-гнойной хирургии клиники «Шарите», г. Берлин, Германия.

Васильчишин Я.Н. - канд. мед. наук, доцент, главный врач Шведско-Украинского медицинского центра «Энгельгольм», заслуженный врач Украины, г. Черновцы, Украина.

Доршфельд Р.А. - исполнительный директор «Евромед имплант». г. Штаде, Германия.

Процюк В.В. - ординатор отделения, Шведско-Украинский медицинский центр «Энгельгольм», г. Черновцы, Украина.

### Information about the authors

Mueller M. – MD, PhD, DSci, Head of the Department of Bone and Purulent Surgery, Charité Clinic, Berlin, Germany.

Vasylychshyn Ya. M. –MD, PhD, Head Doctor of the Swedish-Ukrainian Medical Center "Angelholm", Honored Doctor of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine.

Dorschfeld R.A. - Executive Director of Euromed Implant, Stade, Germany.

Protsiuk V.V. - resident of the department, Swedish-Ukrainian Medical Center "Angelholm", Chernivtsi, Ukraine.

*Надійшла до редакції 30.04.2021*

*Рецензент — проф. Польовий В.П.*

*© М. Мюллер, Я.М. Васильчишин, Р. А. Доршфельд, В.В. Процюк, 2021*