

**Ортопедія і травматологія**

УДК: 616.72-089.844-089.193.4-022

**ПЕРИПРОТЕЗНА ІНФЕКЦІЯ ПІСЛЯ ТОТАЛЬНОГО  
ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА  
У ПОСТРАЖДАЛИХ В РЕЗУЛЬТАТІ ПОЛІТРАВМИ****Танасієнко П.В.<sup>1</sup>, Козак Р.А.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,  
Вінниця, Україна<sup>2</sup>ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, Україна

Інфекційні ускладнення при ендопротезуванні великих суглобів – одна із актуальних медичних та соціально-економічних проблем сучасної ортопедії та травматології. Метою дослідження було покращення результатів лікування перипротезної інфекції після тотального ендопротезування кульшового суглобу в результаті політравми шляхом визначення особливостей перебігу, та діагностики її у цієї категорії пацієнтів. Для виконання дослідження було проведено ретроспективний аналіз 87 випадків перипротезної інфекції у пацієнтів, що знаходились на стаціонарному лікуванні у Київській міській клінічній лікарні швидкої медичної допомоги за період 2012–2020 роки. У першій групі гостра післяопераційна перипротезна інфекція (до 4 тижнів) була виявлена у 33 постраждалих, що становило 71,7 % групи. У другій групі цей вид перипротезної інфекції був виявлений у 23 постраждалих, що становило 56,1 % групи. Пізня хронічна інфекція (від 4 тижнів до 1 року) серед постраждалих першої групи була виявлена у 10 пацієнтів, що становило 21,7 % групи. У другій групі постраждалих з пізньою перипротезною інфекцією було 11, що становило 24,4 % групи. Усі пацієнти, що приймали участь у дослідженні поділені на групи спостереження та контролю. Перипротезна інфекція після тотального ендопротезування кульшового суглобу у постраждалих в результаті політравми розвинулася частіше у ранні терміни до 4 тижнів. Причинами перипротезної інфекції крім грампозитивних коків найчастіше були грамнегативні ентеробактерії, що вказує на превалювання ендogenousного шляху інфікування. Серед етіологічних факторів перипротезної інфекції після тотального ендопротезування кульшового суглобу у постраждалих в результаті політравми найчастіше виявлялися *Acinetobacter* spp., що є наслідком тривалого використання інвазивних методів лікування і моніторингу, який проводився пацієнтам у період лікування травматичних ушкоджень.

**Ключові слова:** великі суглоби, артропластика, мікроорганізми, ускладнення, множинна травма.

---

Відповідальний автор: Козак Р.А.  
Україна, 01054, м. Київ,  
вул. Бульварно-Кудрявська, 27.  
E-mail: ra.kozak@gmail.com

---

Corresponding author: Kozak R.A.  
Ukraine, 01054, Kyiv,  
Bulvarno-Kudriavska str., 27.  
E-mail: ra.kozak@gmail.com

---

CC BY-NC-SA



**Цитуйте українською:** Танасієнко ПВ, Козак РА.

Перипротезна інфекція після тотального ендопротезування кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми. Експериментальна і клінічна медицина. 2023;92(3):55-62. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3.tak>

**Cite in English:** Tanasienko PV, Kozak RA.

Periprosthetic infection after total hip arthroplasty in polytrauma victims. Experimental and Clinical Medicine. 2023;92(3):55-62. <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3.tak> [in Ukrainian].

## Вступ

Інфекційні ускладнення при ендопротезуванні великих суглобів – одна із актуальних медичних та соціально-економічних проблем сучасної ортопедії та травматології [1]. Частота виявлення перипротезної інфекції при тотальному ендопротезуванні кульшового суглоба становить 0,3–2,5 % [2; 3]. За даними Грицай М.П. та спів. (2013) у світі частота розвитку інфекційних ускладнень після первинного тотального ендопротезування становить 1,0 %, а у випадку ревізійного втручання збільшується у 4 рази [4]. За прогнозами, до 2030 року передбачається збільшення інфекційних ускладнень після тотального ендопротезування кульшового суглоба до 6,5 % [5]. Щорічні витрати на ревізійне ендопротезування з приводу перипротезної інфекції у США зросли за 2001–2009 роки з 320 до 566 млн доларів. Очікується, що у 2025 році ці витрати збільшаться до 2 млрд доларів [6].

У зв'язку зі збільшенням травмуючих факторів при політравмі збільшується питома вага постраждалих з травматичним вивихом стегна, переломами вертлюгової западини та шийки стегнової кістки. Згідно літературних даних при наявності даних пошкоджень у 70 % виникає асептичний некроз голівки стегнової кістки. Більшості постраждалих виконується тотальне ендопротезування, однак імунодефіцитний стан, притаманний травматичній хворобі, є одним з провідних факторів ви-

никнення перипротезної інфекції [7]. За даними Gehrke T. et al. (2014), контамінація поверхні ендопротеза у 65 % випадків виникає під час оперативного втручання і маніфестує в період від 2 тижнів до декількох років після операції [8]. У решті випадків інфікування ендопротеза виникає шляхом гематогенного та лімфогенного розповсюдження збудників із віддаленого від суглоба джерела інфекції в організмі постраждалого [9; 10].

На сьогоднішній день існують різні підходи до діагностики та лікування перипротезної інфекції, однак багато моментів у її тактиці досі є дискусійними: оптимальний термін імплантації ендопротеза у постраждалих з політравмою, причини виникнення запалення у суглобі, рання діагностика розвитку інфекційного ускладнення, тривалість антибактеріальної терапії [4]. Саме тому, для досягнення оптимальних результатів лікування перипротезної інфекції у постраждалих в результаті політравми після тотального ендопротезування кульшового суглоба необхідні ефективні, сучасні та індивідуальні діагностичні та лікувальні підходи, які опираються на особливості її клінічного перебігу її у цієї категорії пацієнтів [2].

**Метою** дослідження було покращення результатів лікування перипротезної інфекції у постраждалих в результаті політравми після тотального ендопротезування кульшового суглоба шляхом визначення особливостей

перебігу та діагностики у цієї категорії пацієнтів.

### Матеріали і методи

Для виконання нашого дослідження нами було проведено ретроспективний аналіз 87 випадків перипротезної інфекції кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми, що знаходились на стаціонарному лікуванні у Київській міській клінічній лікарні швидкої медичної допомоги за період 2012–2020 роки. Пацієнти були поділені на дві групи, які були статистично зрівнювані. До першої групи були віднесені 46 постраждалих, у яких перипротезна інфекція виникла після ендопротезування кульшового суглоба внаслідок отриманої скелетної травми як компонента політравми. До другої групи були віднесені 41 постраждалий з перипротезною інфекцією, яка виникла після ендопротезування кульшового суглоба внаслідок ортопедичних захворювань або наслідків травм, що були перенесені в анамнезі. У першій групі чоловіків було 29, що становило 63,0 % групи та 33,3 % загального масиву. Осіб жіночої статі у першій групі було 17, що становило 37,0 % групи та 19,5 % загального масиву. У другій групі чоловіків було 26, що становило 63,4 % групи та 29,9 % загального масиву. Осіб жіночої статі у другій групі було 15, що становило 36,6 % групи та 17,2 % загального масиву.

Отримані дані піддавались статистичній обробці на персональному комп'ютері за допомогою програмного пакету Microsoft Excel 2013 (США), з використанням вбудованих функцій статистичної обробки. Враховуючи чисельність ознак, що аналізуються, та необхідність забезпечення одноманітності результативних показників, для здійснення коректного порівняння нами була обрана методика обрахування коефіцієнту поліхоричного показника зв'язку, що запропонована К. Пірсоном.

Розраховані значення критерію вірогідності Пірсона порівнювалися з критичними значеннями його в таблицях Снедекора із застосуванням обсягу помилки в 5 % та ступеню свободи ( $K=1$ ), що обумовлене впливом закону диз'юнкції. За статистично значущі зміни брали рівень достовірності  $p < 0,05$ .

### Результати та їх обговорення

Для визначення типу перипротезної інфекції, що виявлялась в групах спостереження нами була використана класифікація Tsukayama D.T. (1996) [13]. У першій групі гостра післяопераційна перипротезна інфекція (до 4 тижнів) була виявлена у 33 постраждалих, що становило 71,7 % групи. У другій групі цей вид перипротезної інфекції був виявлений у 23 постраждалих, що становило 56,1 % групи. Пізня хронічна інфекція (від 4 тижнів до 1 року) серед постраждалих першої групи була виявлена у 10 пацієнтів, що становило 21,7 % групи. У другій групі постраждалих з пізньою перипротезною інфекцією було 11, що становило 24,4 % групи. Гостра гематогенна/відстрочена перипротезна інфекція (після 1 року спостереження) у першій групі спостерігалась у 3 пацієнтів (6,5 %), а у другій групі – у 7 пацієнтів (17,1 %). Як показав проведений аналіз типу перипротезної інфекції у групах порівняння, існують деякі особливості розподілу. Так, для постраждалих першої групи більш характерна рання післяопераційна перипротезна інфекція, що було виявлено у 1,3 рази частіше ніж у другій групі ( $p \leq 0,05$ ). Даний факт пояснюється зменшенням імунологічної реактивності, наявністю більш вираженої операційної травми та великою кількістю пошкоджень у постраждалих з політравмою. Пізня хронічна інфекція у обох групах дослідження спостерігалась майже в однаковому відсотку випадків (21,7 % та 24,4 %), що відповідає межам статистичної похибки. Гостра гематогенна/відстрочена перипротез-

на інфекція була більш притаманна постраждалим другої групи. У другій групі цей вид перипротезної інфекції був виявлений у 2,6 разів частіше ніж серед постраждалих першої групи. На нашу думку, це можна пояснити більш молодим середнім віком постраждалих першої групи ( $[49,2 \pm 1,4]$  роки) у порівнянні з другою групою ( $[61,7 \pm 2,2]$  роки) меншою кількістю супутньої соматичної патології серед постраждалих першої групи.

Серед всіх постраждалих у 65 випадках (74,7 %) було проведено пункцію ураженого суглоба до оперативного втручання. У першій групі таких постраждалих було 73,9 %, а у другій групі – 75,6 % постраждалих. Серед постраждалих першої групи негативний результат посіву біоптату був виявлений у 6 випадках (17,6 %), а у другій групі – у 5 (16,1 %). Серед постраждалих першої групи у 4,3 % результат посіву біоптату, отриманого при пункції, не відповідав результату отриманому з посіву інтраопераційного матеріалу. У другій групі подібного не спостерігалось.

Для визначення структури збудників, що викликали розвиток перипротезної інфекції нами був проведений аналіз, результати якого наведені у таблиці 1. Найчастіше у постраждалих першої групи висівались штами *S. aureus*, що було виявлено у 26,1 % випадків. Саме ці пацієнти займали перше рангове місце у розподілі групи. У другій групі цей патоген був виявлений у 36,6 % пацієнтів, тобто у 1,3 рази частіше ніж у першій групі. Аналогічно першій групі *S. aureus* як причина перипротезної інфекції займав перше рангове місце. У загальному масиві *S. aureus* зустрічався у 31,0 % випадків і також був на першому ранговому місці.

Друге рангове місце у першій групі займали постраждалі з виділенням *S. epidermidis*, що склало 21,7 % випадків. У другій групі постраждалих з таким патогеном було 17,1 %, що розмістило їх на третьому ранговому місці. В загальному масиві постраждалих з виділенням *S. epidermidis* було 19,5 %, і у ранговому розподілі вони займали друге рангове місце. У 17,4 % постраждалих першої групи причиною перипротезної інфекції

Таблиця 1. Аналіз штамів мікроорганізмів, що були причиною перипротезної інфекції у постраждалих загального масиву груп спостереження.

Вид патогена	Кількість постраждалих								
	Перша група			Друга група			Загальний масив		
	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri	абс.	%	Ri
<i>E. coli</i>	8	17,4	3	2	4,9	6	10	11,5	4
<i>P. aeruginosa</i>	7	15,2	4	8	19,5	2	15	17,2	3
<i>S. aureus</i>	12	26,1	1	15	36,6	1	27	31,0	1
<i>S. epidermidis</i>	10	21,7	2	7	17,1	3	17	19,5	2
<i>Enterococcus. spp.</i>	3	6,5	6	4	9,8	4	7	8,0	6
<i>Enterobacter spp.</i>	1	2,2	7	-	-	-	1	1,1	7
<i>K. pneumoniae</i>	-	-	-	1	2,4	7	1	1,1	7
<i>Acinetobacter spp.</i>	5	10,9	5	3	7,3	5	8	9,2	5
<i>Candida spp.</i>	-	-	-	1	2,4	7	1	1,1	7
Всього	46	100,0	-	41	100,0	-	87	100,0	-

Примітка: Ri – місце у ранговому розподілі.

ції була виявлена *E. coli*. Саме ці постраждали займали третє рангове місце у групі. Серед постраждалих другої групи даний патоген визначався значно рідше (у 4,9 % випадків), що у 3,5 рази рідше ніж у першій групі. Ранговий розподіл другої групи розмістив їх на шостому ранговому місці. У загальному масиві *E. coli* рееструвалась 11,5 % випадків.

На четвертому ранговому місці у першій групі постраждали з виявленою *P. aeruginosa*. Даний патоген спостерігався 15,2 % пацієнтів групи. У другій групі пацієнти з виявленою *P. aeruginosa* зустрічались дещо частіше, і у ранговому розподілі займали друге місце. В обох групах спостереження на п'ятому ранговому місці були пацієнти, у яких виявили *Acinetobacter* spp. Варто зауважити, що серед постраждалих першої групи цей патоген зустрічався у 1,5 рази частіше ніж у другій. Шосте рангове місце у першій групі займають пацієнти з *Enterococcus* spp., який було виявлено у 6,5 % випадків. У другій групі цей патоген виявлявся дещо частіше (у 9,8 %), що розмістило його на четверте рангове місце. Інші збудники, такі як *K. pneumoniae* та *Candida* spp., не були представлені у першій групі, однак були виявлені у другій, а *Enterobacter* spp. – лише у пацієнтів першої групи.

Для визначення достовірності наведених положень нами проведено поліхоричний аналіз, результати якого наведені у таблиці 2.

Результати поліхоричного аналізу, вказують, що між ознаками наявний

прямий позитивний виражений зв'язок, а виявлені положення знаходяться в межах поля вірогідності ( $\chi^2 63,1 \geq \chi^2_{st} 15,5$ ;  $p \leq 0,05$ ).

Проведене дослідження вказало на деякі відмінності у виникненні і перебігу протіканні перипротезної інфекції після тотального ендопротезування кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми. У цієї групи постраждалих в 1,3 рази частіше виявлялась гостра перипротезна інфекція ніж серед пацієнтів контрольної групи. На нашу думку, це пов'язано з тим, що у постраждалих з політравмою існує великий ризик як екзогенного, так і ендогенного інфікування. Важливим фактором, що також сприяє ранньому інфікуванню, є порушення імунорезистентності у постраждалих з політравмою. У середньотривалі строки розвитку перипротезної інфекції в обох групах спостереження був майже на одному рівні, що вказує на те, що вплив фактору політравми у цей час майже нівелюється. Після першого року спостереження перипротезна інфекція кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми зустрічається значно рідше ніж серед пацієнтів, що перенесли ендопротезування з приводу інших причин. На нашу думку, це можна пояснити більш молодим середнім віком постраждалих першої групи ([49,2±1,4] роки) у порівнянні з другою групою ([61,7±2,2] роки) меншою кількістю супутньої соматичної патології.

Серед етіологічних чинників факторів розвитку перипротезної інфекції кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми також виявлені

Таблиця 2. Розрахункові значення вірогідності показників зв'язку

Показник	Значення показника	Вірогідність
Показник взаємного сполучення $\phi^2$	0,7250	+
Поліхоричний показник зв'язку C	0,6482	+
Критерій вірогідності Пірсона $\chi^2$	63,1	$p < 0,05$

особливості. Так, в обох групах спостереження найчастіше причиною перипротезної інфекції були грампозитивні напівсапрофітні бактерії роду *Staphylococcus*, що були виявлені у 47,8 % та 53,7 % випадків відповідно. У пацієнтів першої групи ентеробактерії як причина перипротезної інфекції спостерігались у 26,1 % випадків, а у другій групі – у 14,7 % випадків. Даний факт може свідчити про перевагу ендogenous шляху інфікування у постраждалих в результаті політравми з перипротезною інфекцією кульшового суглоба, для якої характерна транслокація кишкових бактерій у кров'яне русло. Ще однією особливістю було виявлення *Acinetobacter spp.* у 10,9 % пацієнтів першої групи та 7,3 % пацієнтів другої групи. Варто зауважити, що в обох групах спостереження цей збудник був причиною ранньої перипротезної інфекції. Даний внутрішньолікарняний патоген є вкрай резистентним до будь-яких антибактеріальних препаратів. Janz V. et al. (2013) вказують, що основною причиною цього є тривале використання інвазивних методів лікування і моніторингу, застосованих у період лікування, що передувало тотальному ендопротезуванню [12].

Таким чином проведений аналіз випадків перипротезної інфекції кульшового суглоба у постраждалих в ре-

зультаті політравми вказав на деякі особливості розвитку інфекційного процесу, які потребують постійного наукового моніторингу та подальшого вивчення даного питання, що безумовно покращить медичну допомогу пацієнтам з цією складною хірургічною патологією.

#### Висновки

1. Перипротезна інфекція кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми розвивається переважно в ранні терміни (до 4 тижнів).

2. Причинами перипротезної інфекції крім грампозитивних коків досить часто стають грамнегативні ентеробактерії, що вказує на превалювання ендogenous шляху інфікування у цієї категорії пацієнтів.

3. Виявлення серед етіологічних чинників перипротезної інфекції кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми *Acinetobacter spp.* є наслідком тривалого використання інвазивних методів лікування і моніторингу, що виконувались в період лікування травматичних ушкоджень.

#### Перспектива подальших досліджень

Планується вивчення варіантів перебігу перипротезної інфекції кульшового суглоба у постраждалих в результаті політравми.

Конфлікт інтересів відсутній.

#### Література

1. Parvizi J, Gehrke T, Chen AF. Proceedings of the International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection Chairmen. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11):1450-2. DOI: 10.1302/0301-620X.95B11.33135. PMID: 24151261
2. Kurtz SM, Lau E, Watson H, Schmier JK, Parvizi J. Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty.* 2012;27(8 Suppl):61-5.e1. DOI: 10.1016/j.arth.2012.02.022. PMID: 22554729.
3. Abdelaziz H, Rademacher K, Suero EM, Gehrke T, Lausmann C, Salber J, et al. The 2018 International Consensus Meeting Minor Criteria for Chronic Hip and Knee Periprosthetic Joint Infection: Validation from a Single Center. *J Arthroplasty.* 2020;35(8):2200-3. DOI: 10.1016/j.arth.2020.03.014. PMID: 32247671.
4. Villa JM, Pannu TS, Piuze N, Riesgo AM, Higuera CA. Evolution of Diagnostic Definitions for Periprosthetic Joint Infection in Total Hip and Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2020;35(3S):S9-13. DOI: 10.1016/j.arth.2019.10.032. PMID: 32046836.

5. Holzmann T, Schneider-Brachert W. Mikrobiologische Diagnostik periprothetischer Gelenkinfektionen [Microbiological diagnosis of periprosthetic joint infections]. *Orthopade*. 2015;44(5):344-8. DOI: 10.1007/s00132-015-3087-y. PMID: 25754927. [In German].
6. Fink B, Sevelde F. Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection of Shoulder Arthroplasties. *Z Orthop Unfall [Journal of Orthopedics and Trauma Surgery]*. 2017;155(6):655-60. DOI: 10.1055/s-0043-112247. PMID: 28701012. [In German].
7. Henderson RA, Austin MS. Management of Periprosthetic Joint Infection: The More We Learn, the Less We Know. *J. Arthroplasty* 2017;32(7):2056-9. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.023. PMID: 28318868.
8. Renz N, Cabric S, Janz V, Trampuz A. Sonikation in der Diagnostik periprothetischer Infektionen: Stellenwert und praktische Umsetzung [Sonication in the diagnosis of periprosthetic infections: Significance and practical implementation]. *Orthopade*. 2015;44(12):942-5. DOI: 10.1007/s00132-015-3192-y. PMID: 26572134. [In German].
9. Kini SG, Gabr A, Das R, Sukeik M, Haddad FS. Two-stage Revision for Periprosthetic Hip and Knee Joint Infections. *Open Orthop J*. 2016;10:579-88. DOI: 10.2174/1874325001610010579. PMID: 28144371;
10. McNally M, Sigmund I, Hotchen A, Sousa R. Making the diagnosis in prosthetic joint infection: a European view. *EFORT Open Rev*. 2023;8(5):253-63. DOI: 10.1530/EOR-23-0044. PMID: 37158373.
11. Kildow BJ, Della-Valle CJ, Springer BD. Single vs 2-Stage Revision for the Treatment of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty*. 2020;35(3S):S24-30. DOI: 10.1016/j.arth.2019.10.051. PMID: 32046827.
12. Janz V, Wassilew GI, Hasart O, Matziolis G, Tohtz S, Perka C. Evaluation of sonicate fluid cultures in comparison to histological analysis of the periprosthetic membrane for the detection of periprosthetic joint infection. *Int Orthop*. 2013;37(5):931-6. DOI: 10.1007/s00264-013-1853-1. PMID: 23525549.

*Tanasienko P.V., Kozak R.A.*

### **PERIPROSTHETIC INFECTION AFTER TOTAL HIP ARTHROPLASTY IN POLYTRAUMA VICTIMS**

Infectious complications during endoprosthesis of large joints are one of the urgent medical and socio-economic problems of modern orthopedics and traumatology. The purpose of the study was to improve the results of treatment of periprosthetic infection in patients after total hip arthroplasty as a result of polytrauma by determining the features of the course and diagnosing it in this category of patients. To carry out the study, a retrospective analysis of 87 cases of periprosthetic infection was conducted in patients undergoing inpatient treatment at the Kyiv City Clinical Hospital of Emergency Medical Care for the period 2012–2020 and divided into observation and control groups. In the first group, acute postoperative periprosthetic infection (up to 4 weeks) was detected in 33 victims, which was 71.7% of the group. In the second group, this type of periprosthetic infection was detected in 23 victims, which was 56.1% of the group. Late chronic infection (from 4 weeks to 1 year) among the victims of the first group was found in 10 patients, which was 21.7% of the group. In the second group, there were 11 patients with late periprosthetic infection, which was 24.4% of the group. All patients participating in the study were divided into observation and control groups. Periprosthetic infection after total hip arthroplasty in polytrauma victims develops more often in the early stages, up to 4 weeks. In addition to gram-positive cocci, the causes of periprosthetic infection are often gram-negative enterobacteria, which indicates the prevalence of the endogenous route of infection in this

category of patients. Among the etiological factors of periprosthetic infection after total hip arthroplasty in polytrauma victims, *Acinetobacter* spp. is quite often found, which is a consequence of long-term use of invasive methods of treatment and monitoring performed on the patient during the treatment of traumatic injuries.

**Keywords:** *large joints, arthroplasty, microorganisms, complications, multiple trauma.*

*Надійшла до редакції 04.07.2023*

### **Відомості про авторів**

*Танасієнко Павло Васильович* – доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургії № 1 Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

Адреса: Україна, 21000, м. Вінниця, вул. Пирогова, 56.

E-mail: [radix.vn@ukr.net](mailto:radix.vn@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-3064-5200.

*Козак Роман Анатолійович* – лікар відділу ортопедії та травматології дорослих ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ.

Адреса: Україна, 01054, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

E-mail: [ra.kozak@gmail.com](mailto:ra.kozak@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5132-027X.