

П.В. Танасієнко^{1*}, Г.Б. Колов², В.М. Цокало² **АНАЛІЗ ТЕРМІНІВ РОЗВИТКУ ІНФЕКЦІЙНИХ
УСКЛАДНЕНЬ У ПАЦІЄНТІВ
ПІСЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗУ ДОВГИХ КІСТОК***Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова МОЗ України¹**вул. Пирогова, 56, Вінниця, 21018, Україна**ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»²**вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01054, Україна**National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya¹**Pyrohova str., 56, Vinnytsia, 21018, Ukraine**SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine"²**Bulvarno-Kudriavska str., 27, Kyiv, 01054, Ukraine***e-mail: radix.vn@ukr.net**Цитування: Медичні перспективи. 2024. Т. 29, № 4. С. 109-116**Cited: Medicni perspektivi. 2024;29(4):109-116***Ключові слова:** *остеосинтез, пацієнти, інфекційні ускладнення, остеомієліт***Key words:** *osteosynthesis, patients, infectious complications, osteomyelitis***Реферат.** *Аналіз термінів розвитку інфекційних ускладнень у пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток.*

Танасієнко П.В., Колов Г.Б., Цокало В.М. *Метою роботи було визначення впливу строків виникнення інфекційних ускладнень у пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток на перебіг патологічного процесу. Проведено аналіз лікування 207 пацієнтів з інфекційними ускладненнями після остеосинтезу довгих кісток, які знаходились у ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» з 2013 до 2017 року. До першої групи були віднесені 148 пацієнтів, у яких інфекційні ускладнення розвинулась після остеосинтезу довгих кісток пластиною. До другої групи були віднесені 59 пацієнтів, у яких інфекційні ускладнення розвинулась після остеосинтезу довгих кісток блокувальним інтрамедулярним стрижнем. У 51,5% пацієнтів першої групи після закритих переломів інфекційні ускладнення були виявлені в перші 6 тижнів після операції. У 43,7% хворих цієї групи прояви запального процесу виникли в період від 6 тижнів до 1 року. У 4,9% хворих першої групи інфекційний процес (у вигляді норичі) виник не гостро, а після одного року після остеосинтезу. У 62,2% пацієнтів після остеосинтезу в результаті відкритого перелому перші прояви інфекційного процесу з'явилися в перші 6 тижнів після операції. У 35,6% пацієнтів цієї когорти інфекційний процес виник у терміни 6 тижнів – 1 рік після оперативного втручання. У 43,2% хворих другої групи перші прояви інфекції розпочались одразу після операції у вигляді незагоєння післяопераційної рани, та ще у 24,3% в перші 6 тижнів після втручання. У 32,4% пацієнтів цієї когорти інфекційний процес виник більше ніж через рік після втручання на фоні консолидованого перелому та стабільного фіксатора. Після блокувального інтрамедулярного остеосинтезу стрижнем у результаті відкритих переломів у 72,7% пацієнтів інфекційний процес розпочався одразу після операції у вигляді незагоєння післяопераційної рани та ще у 27,3% – у перші 6 тижнів після втручання. Таким чином, строки виникнення інфекції після остеосинтезу та його вид достовірно впливають на розвиток ускладнень в організмі травмованого та мають опосередковане значення в їх розвитку. Структура інфекційних ускладнень є різною залежно від строків виникнення та виду остеосинтезу, що використовувався для лікування хворих. У всіх групах спостереження найчастіше виявлявся інфекційний процес, локалізований у великогомілковій кістці, що має як анатомічні причини, так і причини, пов'язані з кровопостачанням цього сегмента.*

Abstract. *Analysis of the terms of development of infectious complications in patients after osteosynthesis of long bones. Tanasienko P.V., Kolov H.B., Tsokalo V.M. Determination of the influence of the timing of infectious complications in patients after osteosynthesis of long bones and its influence on the course of the infectious process. An analysis of the treatment of 207 patients with infectious complications after osteosynthesis of long bones, who were treated at the "Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" from 2013 to 2017 was made. The first group included 148 patients who developed infectious complications after osteosynthesis of long bones with a plate. The second group included 59 patients who developed infectious complications after osteosynthesis of long bones with a blocking intramedullary rod. In 51.5% of patients of the first group after closed fractures, infectious complications were detected in the first 6 weeks after surgery. In 43.7% of patients of this group, manifestations of the inflammatory process occurred in the period from 6 weeks to 1 year. In 4.9% of patients of the first group, the infectious process (in the form of a fistula) did not occur acutely, but after one year after osteosynthesis. In 62.2% of patients after osteosynthesis as a result of an open fracture, the first manifestations of the infectious process appeared in the first 6 weeks*

after the operation. In 35.6% of patients of this cohort, the infectious process occurred within 6 weeks to 1 year after the surgical intervention. In 43.2% of patients of the second group, the first manifestations of infection began immediately after the operation in the form of non-healing of the postoperative wound, and in another 24.3% – in the first 6 weeks after the intervention. In 32.4% of patients in this cohort, an infectious process occurred more than a year after the intervention against the background of a consolidated fracture and a stable fixator. After blocking intramedullary osteosynthesis with rod as a result of open fractures, in 72.7% of patients, the infectious process began immediately after the operation in the form of non-healing of the postoperative wound, and in another 27.3% – in the first 6 weeks after the intervention. The terms of the infection after osteosynthesis and its type reliably affect the development of complications in the injured person and have an indirect effect on their development. The structure of infectious complications is different depending on the time of occurrence and the type of osteosynthesis used to treat patients. In all observation groups, the infectious process localized in the tibia, which has both anatomical reasons and reasons related to the blood supply of this segment, was detected the most often.

На початку XXI століття у зв'язку з інтенсивним розвитком технічного прогресу у світі відмічається значне збільшення травматизму, що стало однією з найбільш актуальних соціально-економічних та медико-соціальних проблем. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), серед причин смерті у світовій популяції травматизм посідає третє рангове місце, поступаючись лише хворобам серцево-судинної системи та онкологічним захворюванням. На сьогоднішній день у світі широко впроваджені сучасні методики остеосинтезу, що дають змогу значно скоротити терміни перебування в стаціонарі, тривалість зростання переломів та забезпечити ранню функцію кінцівок [1]. Внутрішня фіксація переломів зробила революцію в сучасній ортопедо-травматологічній допомозі за останні 50 років. Виконана внутрішня фіксація перелому дозволяє зберегти рухи в суміжних суглобах, забезпечує належну стабільність для полегшення зростання перелому, дозволяє функціональну реабілітацію пацієнта без обмежень, що характерні для тривалої іммобілізації. Однак, незважаючи на всі переваги сучасного остеосинтезу, інфекційні ускладнення є постійними супутниками цього процесу [2]. Діагностика та лікування післяопераційних інфекцій часто мають складний характер та вимагають мультидисциплінарного підходу й часто призводять до додаткових операцій і тривалої терапії антибіотиками. Залежно від ступеня тяжкості ушкоджень кінцівок і часу надання допомоги після травматичного впливу, виникнення гнійних ускладнень відзначається в 1,2-75,4% випадків. Досить часто це закінчується виникненням остеомієліту від 3 до 80% після відкритих переломів та до 8% – після оперативного лікування закритих переломів із застосуванням імплантів [3]. За даними Morgenstern M. et al. (2018), економічні втрати через інфекційні ускладнення остеосинтезу є величезними і в 6,5-8 разів вищими, ніж у пацієнтів з остеосинтезом без інфекції. Автори вказують, що, незважаючи на адекватне лікування, клінічні та функціональні результати часто залишаються поганими, з

високим рівнем залежності та неможливістю повернутися до роботи [4]. Тому встановлення ролі строків виникнення інфекції після остеосинтезу, які впливають на розвиток ускладнень в організмі травмованого, дозволяє поглибити розуміння механізмів формування патологічних процесів, а також оптимізувати результати лікування хворих шляхом усунення патологічної дії виявлених критеріїв.

Метою нашого дослідження було визначення строків виникнення інфекційних ускладнень та їх зв'язок із застосованими металоконструкціями в пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У нашому дослідженні був проведений аналіз лікування 207 пацієнтів з інфекційними ускладненнями після остеосинтезу довгих кісток. Пацієнти лікувались у ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» з 2013 до 2017 року. Масив дослідження був розподілений на дві групи. До першої групи були віднесені 148 пацієнтів, у яких інфекційні ускладнення розвинулись після остеосинтезу довгих кісток пластиною. Відносне значення абсолютного показника становило 71,5%. Серед пацієнтів першої групи в 103 (69,6%) виявився закритий перелом, а в 45 (30,4%) – відкритий перелом. До другої групи були віднесені 59 пацієнтів, у яких інфекційні ускладнення розвинулись після остеосинтезу довгих кісток блокувальним інтрамедулярним стрижнем (БІОС). Відносне значення абсолютного показника становило 28,5%. У 37 (62,7%) пацієнтів був виявлений закритий перелом, а у 22 (37,3%) – відкритий перелом. У першій групі вік пацієнтів коливався від 18 до 78 років і в середньому становив $43,0 \pm 15,7$ року. У другій групі вік пацієнтів – від 18 до 66 років і в середньому становив $41,7 \pm 15,1$ року. Для статистичної обробки клінічного матеріалу нашого дослідження нами було використано непараметричний метод. У нашому випадку використовувались рангові оцінки відмінностей між вибірковими сукупностями. Враховуючи чисельність ознак,

що аналізуються, та необхідність забезпечення однорідності результативних показників, для здійснення коректного порівняння нами була вибрана методика обрахування коефіцієнта поліхоричного показника зв'язку, запропонована К. Пірсоном [5]. Аналіз зв'язку ознак інфекційних ускладнень у пацієнтів після остеосинтезу, що вивчалися за цією методикою, проводився як всередині груп, так і між групами, що дозволило уніфікувати результати статистичного аналізу та забезпечити коректне порівняння із застосуванням законів формальної логіки. Статистична обробка проводилась за допомогою ліцензійної програми MedStat (MS75007603AF). Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймали менше 0,05. Усі пацієнти підписали інформовану згоду на участь у нашому дослідженні. Комітетом з біоетики ВНМУ ім. М.І. Пирогова на засіданні 11.03.2024, протокол № 4 розглянуто матеріали наукового дослідження. Встановлено, що матеріали дослідження відповідають основним біоетичним нормам

Гельсінської декларації, ухваленої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації, Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (1977 р.), відповідним положенням ВООЗ, Міжнародної ради медичних наукових товариств, Міжнародному кодексу медичної етики (1983 р.), Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовують в експериментах та інших наукових цілях, від 18.03.1986 р., Директиві ЄЕС № 609 від 24.11.1986 р. і наказу МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз варіантів перебігу патологічного процесу встановив, що в 130 (87,8%) хворих нагноєння виникло до зрощення перелому. У першій групі, з інфекцією після остеосинтезу пластинами закритих переломів або їх наслідків, виявили, що середній термін ($M \pm m$) виникнення ускладнення становив $37,3 \pm 8,8$ дня після хірургічного втручання. Розподіл за термінами виникнення інфекції в цій групі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл хворих за терміном виникнення інфекції в 1 групі після закритих переломів

Локалізація	Термін після МОС днів		
	0-45	46-365	Більше 365
Великогомілкова кістка	20 (37,7%)	16 (35,6%)	2 (40,0%)
Стегнова кістка	14 (26,4%)	7 (15,5%)	3 (60,0%)
Малогомілкова кістка	4 (7,5%)	11 (24,4%)	-
Плечова кістка	9 (17,0%)	6 (13,4)	-
Кістки передпліччя	6 (11,3%)	5 (11,1%)	-
Кількість абс.%	53 (51,5%)	45 (43,7%)	5 (4,9%)

Як показав аналіз даних таблиці 1, у 51,5% пацієнтів першої групи після закритих переломів інфекційні ускладнення були виявлені в перші 6 тижнів після операції. Серед них у 54,7% пацієнтів інфекція розпочалась одразу після оперативного втручання, що проявилось проблемами із загоєнням післяопераційної рани. Це проявлялось вираженими симптомами інтоксикації та локальними запальними процесами у вигляді гіперемії, набряку й болючості. У 86,2% пацієнтів цієї когорти утворилась нориця з ходом до імплантата. У 45,3% пацієнтів інфекційний процес розвинувся в терміни 2 тижні – 6 тижнів після операції остеосинтезу. У 94,3% пацієнтів цієї

когорти в терміни після 3 місяців з'являлись рентгенологічні ознаки періоститу, остеонекрозу, остеосклерозу та розвинувся післяопераційний остеомієліт. У 43,7% хворих цієї групи прояви запального процесу виникли в період від 6 тижнів до 1 року. При дослідженні цієї групи виявлено, що початок розвитку інфекційного процесу був або в період початку навантаження, або збігся з рентгенологічними проявами нестабільності фіксатора, або початком навантаження на фоні первинно нестабільного остеосинтезу. У більшості випадків клінічна картина не відповідала гострому початку, без SIRS. Нориця утворювалась самостійно або в результаті розтину

флегмони у 22,2% пацієнтів. Лише в 4,9% хворих цієї групи інфекційний процес (у вигляді нориці) виник не гостро, а після одного року після МОС. Серед основних причин виникнення таких випадків – тривале навантаження при відсутності зрощення перелому або нестабільність фіксатора при консолідованому переломі.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,1013, поліхоричний показник зв'язку C 0,3032, критерій вірогідності Пірсона χ^2 10,4339. Вказані показники свідчать, що між

ознакою «закритий перелом» і строком виникнення інфекційного процесу в пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток пластиною існує прямий, позитивний та виражений зв'язок, а вказані положення знаходиться в межах поля вірогідності (χ^2 10,4339 \geq χ^2_{st} 9,4880), ($p \leq 0,05$).

Аналіз розподілу виникнення інфекційних ускладнень у когорті пацієнтів після остеосинтезу пластиною в результаті відкритих переломів або їх наслідків виявив, що середній термін виникнення ускладнення становив $17,3 \pm 4,0$ дні після хірургічного втручання. Розподіл пацієнтів за термінами виникнення наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Розподіл хворих за терміном виникнення інфекції в 1 групі після відкритих переломів

Локалізація	Термін після МОС днів		
	0-45	46-365	Більше 365
Великогомілкова кістка	12 (42,9%)	6 (37,5%)	1 (100,0%)
Стегнова кістка	7 (25,0%)	3 (18,7%)	-
Малогомілкова кістка	3 (10,7%)	1 (6,3%)	-
Плечова кістка	5 (17,9%)	5 (31,3%)	-
Кістки передпліччя	1 (3,5%)	1 (6,3%)	-
Кількість абс.%	28 (62,2%)	16 (35,6%)	1 (2,2%)

Як показав аналіз, у 62,2% пацієнтів цієї когорти перші прояви інфекційного процесу виникли в перші 6 тижнів після операції. Це виявлялось у вигляді проблем із загоєнням рани або ж утворенням флегмони в ділянці хірургічного втручання в ранньому післяопераційному періоді. У 35,6% пацієнтів цієї когорти інфекційний процес виник у терміни 6 тижнів – 1 рік після оперативного втручання. Серед них лише в 56,3% пацієнтів процес розпочинався з появою ознак SIRS. В одного хворих цієї когорти прояви запального процесу виникли більше, ніж через 1 рік після остеосинтезу. У нього ми відмітили інфекцію в ділянці імплантата, на фоні консолідованого перелому та стабільного фіксатора.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,2855, поліхоричний показник зв'язку C 0,4712, критерій вірогідності Пірсона χ^2 12,8475. Вказані показники свідчать, що між

ознакою «закритий перелом» і строком виникнення інфекційного процесу в пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток пластиною існує прямий, позитивний та виражений зв'язок, а вказані положення знаходиться у межах поля вірогідності (χ^2 12,8475 \geq χ^2_{st} 9,4880), ($p \leq 0,05$).

Серед пацієнтів другої групи, у яких інфекційний процес виник після остеосинтезу БІОС закритих переломів, було виявлено, що середній термін виникнення ускладнень становив $32,4 \pm 5,9$ днів після хірургічного втручання. У 91,9% пацієнтів цієї когорти нагноєння виникло до зрощення перелому. У другій групі, з інфекцією після БІОС закритих переломів або їх наслідків, виявили, що середній термін виникнення ускладнення становив 37,3 днів після хірургічного втручання. У 87% хворих нагноєння виникло до зрощення перелому. Терміни виникнення інфекції наведено в таблиці 3.

У 43,2% хворих цієї групи перші прояви інфекції розпочалися одразу після операції у вигляді незагоєння післяопераційної рани, та ще у 24,3% в перші 6 тижнів після втручання. Прояви у 84,0% супроводжувались ССЗР та локальним запальним процесом у вигляді гіперемії та

набряку. У більшості цих випадків (95,8%) утворювалась нориця з ходом до фіксатора. Такі рентгенологічні прояви, як периостит, з'являлись у 30,0% хворих через 2-4 місяці після втручання. Периостит та остеонекроз часто були проявами нестабільності фіксаторів у 50,8% пацієнтів цієї когорти й виникали в зоні дистальної фіксації стрижня. При дослідженні цієї групи виявлено,

що початок розвитку інфекційного процесу збігся з початком навантаження або динамізацією стрижня. У цьому разі утворювалась нориця, яка в 78,0% локалізувалась у ділянці знаходження дистальних блокувальних гвинтів. У 32,4% пацієнтів цієї когорти інфекційний процес виник більше ніж через рік після втручання на фоні консолидованого перелому та стабільного фіксатора.

Таблиця 3

Розподіл хворих за терміном виникнення інфекції в 2 групі після закритих переломів

Локалізація	Термін після МОС, днів		
	0-45	46-365	Більше 365
Великогомілкова кістка	5 (31,3%)	4 (44,4%)	5 (41,7%)
Стегнова кістка	7 (43,8%)	5 (55,6%)	6 (50,0%)
Малогомілкова кістка	-	-	-
Плечова кістка	4 (25,0%)	-	1 (8,3%)
Кістки передпліччя	-	-	-
Кількість абс.,%	16 (43,2%)	9 (24,3%)	12 (32,4%)

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,1824, поліхоричний показник зв'язку C 0,3927, критерій вірогідності Пірсона χ^2 6,7488. Вказані показники свідчать, що між ознакою «закритий перелом» і строком виникнення інфекційного процесу в пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток БІОС існує прямий, позитивний та виражений зв'язок, а вказані

положення знаходиться поза межами поля вірогідності (χ^2 6,7488 \leq χ^2_{st} 9,4880), тому вплив ознаки можна вважати недостовірним.

У другій групі, з інфекцією після БІОС відкритих переломів або їх наслідків, виявили, що середній термін виникнення ускладнення становив $33,5 \pm 6,0$ днів після хірургічного втручання. У 89,2% хворих нагноєння виникло до зрощення перелому. Терміни виникнення інфекції наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Розподіл хворих за терміном виникнення інфекції в 2 групі після відкритих переломів

Локалізація	Термін після МОС, днів		
	0-45	46-365	Більше 365
Великогомілкова кістка	7 (43,8%)	4 (66,7%)	-
Стегнова кістка	6 (37,5%)	1 (16,7%)	-
Малогомілкова кістка	-	-	-
Плечова кістка	3 (18,7%)	1 (16,7%)	-
Кістки передпліччя	-	-	-
Кількість абс.,%	16 (72,7%)	6 (27,3%)	-

Як показав аналіз даних таблиці 4, у 72,7% пацієнтів цієї когорти інфекційний процес розпочався одразу після операції у вигляді незагоєння післяопераційної рани, та ще у 27,3% – у перші 6 тижнів після втручання. Прояви у 81,8% пацієнтів інфекційного процесу в довгій кістці супроводжувались SIRS та локальним запальним процесом у вигляді гіперемії та набряку. У всіх випадках утворювалась нориця з ходом до фіксатора. Такі рентгенологічні прояви, як периостит, з'являлись у 42,1% хворих через 2-4 місяці після втручання. У всіх пацієнтів периостит та остеонекроз були проявами нестабільності фіксаторів і виникали в зоні дистальної фіксації стрижня в 63,0% та в інших випадках в зоні перелому.

Для визначення вірогідності виявлених показників нами було проведено поліхоричний аналіз за методикою Пірсона. Показник взаємного сполучення ϕ^2 0,0328, поліхоричний показник зв'язку C 0,1782, критерій вірогідності Пірсона χ^2 0,7216. Вказані показники свідчать, що між ознакою «відкритий перелом» і строком виникнення інфекційного процесу в пацієнтів після остеосинтезу довгих кісток БІОС існує прямий, позитивний помірної сили зв'язок, а вказані положення знаходяться поза межами поля вірогідності (χ^2 0,17828 \leq χ^2 st 9,4880), тому вплив ознаки можна вважати недостовірним.

Багато сучасної літератури присвячено визначенню факторів ризику, які сприяють виникненню інфекції після оперативних втручань з імплантацією [4, 5]. Серед найбільш поширених загальних факторів зазначаються: похилий вік, ожиріння, цукровий діабет, кортикостероїдна терапія, паління, інфекційні процеси в інших органах, схильність до алергічних реакцій, порушення згортальної системи крові, запальні захворювання судин нижніх кінцівок, довге перебування в стаціонарі, досвід хірурга, великий доопераційний ліжко-день, незадовільний санітарний стан лікувальної установи. Серед місцевих факторів, які збільшують ризик інфекції, при остеосинтезі наводяться такі: тяжкість травми, нестабільний або некоректний остеосинтез, пошкодження судин та нервів, повторні оперативні втручання та інші [6]. У нашому дослідженні ми виявили, що серед пацієнтів, яким виконано остеосинтез пластиною, у 51,5% після закритих переломів і в 62,5% після відкритих переломів спостерігались ранні інфекційні ускладнення. Prada S. et al. (2017) вказують, що серед пацієнтів з інфекційними ускладненнями після остеосинтезу пластинами в 46,2% випадків було виявлено інфекцію в ділянці хірургічного втручання, і їх кількість збільшилась до 49,5% через 4 тижні.

Вони пояснюють це такими причинами: більш складні тривалі операції; зростання числа пацієнтів старшого віку з тяжкими хронічними супутніми захворюваннями й імунодефіцитними станами; операції з масивною імплантацією; упровадження в клініку нових інвазивних діагностичних та лікувальних втручань; зростання резистентності мікроорганізмів до антибіотиків [1]. Серед пацієнтів після остеосинтезу БІОС у результаті закритих переломів ранні інфекційні ускладнення спостерігались у 43,2% випадків, у той час як після використання БІОС при відкритих переломах ранні інфекційні ускладнення зустрічались у 72,7% випадків. На нашу думку, причинами такого високого показника було порушення кровопостачання, що виникало в результаті пошкодження кістки й навколишніх м'яких тканин при травмі. Подібну позицію займають й Onsea J et al. (2021), які у своєму повідомленні вказують, що введення інтрамедулярного фіксатора БІОС спочатку спричиняє внутрішню блокаду кровопостачання, а потім призводить до ішемії тканин, які живляться за рахунок внутрішньокісткових артерій [7]. Moriarty T.F. et al. (2017) вважають, що розсвердлювання кістково-мозкового каналу перед введенням фіксатора супроводжується більш глибокими й тривалими циркуляторними розладами практично на всьому протязі діафізу. Авакулярність кінців відламків у зоні перелому також має тривалий характер і може тривати понад два місяці, що значно знижує місцевий імунітет і є причинами приєднання інфекції. Саме в цьому автори вбачають основну причину розвитку інфекційних ускладнень після БІОС довгих кісток [8].

У 43,7% пацієнтів після остеосинтезу пластиною закритих переломів і в 35,6% пацієнтів після відкритих переломів інфекційне ускладнення розвинулось у строки від 1,5 місяця до 1 року. На нашу думку, причинами розвитку інфекційного процесу в пацієнтів цієї категорії були соматичні причини, що виникли в результаті недостатнього обстеження хворих в передопераційному періоді. Цукровий діабет, місцеві трофічні розлади оперованої кінцівки на тлі атеросклерозу артерій, наявність гнійничкових захворювань шкіри на оперованому сегменті кінцівки, хронічні вогнища інфекції в організмі, зниження імунної реактивності хворих, а також психічні захворювання стають ендогенними причинами розвитку остеомієліту. Серед пацієнтів першої групи обтяжений коморбідний фон з пізнім розвитком остеомієліту був виявлений у 37,7% випадків. He S.Y. et al. (2023) вказують, що в розвитку пізнього остеомієліту важливими є організаційні та тактичні

помилки при оперативному лікуванні переломів кісток. Автори повідомляють, що в 6,3-8,8% пацієнтів були причинами ці фактори. Частота виникнення остеомієліту при оперативному лікуванні закритих переломів у неспеціалізованих відділеннях сягає 9,6% [9]. Як показав аналіз пізніх інфекційних ускладнень у пацієнтів після остеосинтезу БІОС, їх кількість у цей період значно зменшилась. Так, у пацієнтів із закритими переломами їх було 24,2%, що майже удвічі менше порівняно з пацієнтами з ранніми інфекційними ускладненнями. Серед пацієнтів з відкритими переломами після остеосинтезу БІОС цей показник знизився майже утричі. На нашу думку, причинами розвитку цього інфекційного ускладнення була рання динамізація стрижня, що призвело до нестабільності блокувальної системи, та інші технічні причини у виконанні цього оперативного втручання. Деякі автори вважають, що аваскулярність кісткової тканини після інтрамедулярного остеосинтезу має більш тривалий характер і може тривати до 6-9 місяців або бути фатальним для сегменту кістки. В асептичних же умовах система кровопостачання довгих кісток має значні компенсаторні можливості. Джерелом відновлення кровопостачання при асептичному інфаркті стають епіметафізарні і періостальні судини. При приєднанні інфекції – слідом за первинним порушенням кровопостачання відбувається вторинна запальна блокада потенційних шляхів відновлення кровопостачання, що призводить до незворотного виключення кровопостачання кістки [10].

У 4,9% пацієнтів після остеосинтезу пластиною закритих переломів і у 2,2% відкритих переломів інфекційний процес був виявлений після 1 року з моменту операції. Зовсім інша картина інфекційних ускладнень, що виникли після 1 року, була в групі пацієнтів з БІОС. Якщо в пацієнтів з відкритими переломами таких пацієнтів виявлено не було, то в когорті із закритими переломами таких пацієнтів була майже третина. Ми вважаємо, що основною причиною розвитку інфекційного процесу в цей час була нестабільність фіксатора при зрощеному переломі. Такої ж думки притримуються і Mertens V. et al. (2022), що вказують на цю причину як основну в розвитку пізнього остеомієліту при консолідованому переломі. Нестабільність фіксації кісткових відламків посилює порушення кровопостачання кістки, що виникли в результаті травми й оперативного втручання, викликаючи додаткові циркуляторні розлади та виражені структурні зміни кістки. Це призводить не тільки до загасання репаративних процесів у

зоні перелому, але й тягне за собою зниження стійкості тканин оперованого сегмента до гнійної інфекції [11]. Інші автори вважають, що в таких хворих на перше місце виходить гематогенний шлях проникнення інфекції в ділянку імплантата. Як вказали наші дослідження, найчастіше інфекційний процес локалізувався у великогомілковій кістці. Це було виявлено в 31-66% пацієнтів залежно від виду остеосинтезу та виду перелому. Передумовами для цього, звичайно, є не тільки менша кількість м'яких тканин, які є природним буфером, але й особливості кровопостачання цього сегмента. Інфікування після втручання на гоміліці, за даними асоціації остеосинтезу (АО), виникають від 1,7 до 87% і є основними причинами ампутацій та інвалідності хворих після травми. Незважаючи на високу актуальність цієї проблеми, у сучасній літературі недостатньо даних про те, наскільки впливають різні варіанти остеосинтезу на розвиток та перебіг інфікування [12].

Підсумовуючи, варто зауважити, що, незважаючи на значні успіхи, досягнуті в лікуванні та діагностиці інфекційних ускладнень після остеосинтезу кісток, залишається ще багато невирішених питань. Більш повне дослідження і висвітлення цієї проблеми, на наш погляд, дозволить поліпшити результати лікування хворих з цією тяжкою патологією.

ВИСНОВКИ

1. У пацієнтів після остеосинтезу закритих переломів пластиною частіше розвивались ранні та середні інфекційні ускладнення майже з однаковою частотою, а при наявності відкритих переломів та остеосинтезі пластиною превалювали ранні інфекційні ускладнення.

2. Серед пацієнтів із закритими переломами та блокувальним інтрамедулярним остеосинтезом характерними були як ранні, середні, так і пізні інфекційні ускладнення, а при відкритих переломах виявлено превалювання ранніх інфекційних ускладнень.

Внески авторів:

Танасієнко П.В. – концептуалізація, дослідження, методологія;

Колов Г.Б. – дослідження, ресурси, курація даних, написання – рецензування та редагування;

Цокало В.М. – візуалізація, написання – рецензування та редагування, формальний аналіз, перевірка.

Фінансування. Дослідження за кошти Державного бюджету України.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Prada C, Marciano-Fernández FA, Schemitsch EH, et al. Timing and management of surgical site infections in patients with open fracture wounds: a fluid lavage of open wounds cohort secondary analysis. *J Orthop Trauma*. 2021;35:128-35. doi: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001912>
2. Depypere M, Morgenstern M, Kuehl R, Senneville E, Moriarty TF, Obremskey WT, et al. Pathogenesis and management of fracture-related infection. *Clin Microbiol Infect*. 2020 May;26(5):572-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.08.006>
3. Foster AL, Moriarty TF, Trampuz A, Jaiprakash A, Burch MA, Crawford R, et al. Fracture-related infection: current methods for prevention and treatment. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2020 Apr;18(4):307-21. doi: <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1729740>
4. Morgenstern M, Moriarty TF, Kuehl R, Richards RG, McNally MA, Verhofstad MHJ, et al. International survey among orthopaedic trauma surgeons: lack of a definition of fracture-related infection. *Injury*. 2018;49:491-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.02.001>
5. Mishra P, Pandey CM, Singh U, Keshri A, Sabarretnam M. Selection of appropriate statistical methods for data analysis. *Ann Card Anaesth*. 2019 Jul-Sep;22(3):297-301. doi: https://doi.org/10.4103/aca.ACA_248_18
6. Ma T, Lyu J, Ma J, Huang X, Chen K, Wang S, et al. Comparative analysis of pathogen distribution in patients with fracture-related infection and periprosthetic joint infection: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023 Feb 13;24(1):123. doi: <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06210-6>
7. Onsea J, Pallay J, Depypere M, Moriarty TF, Van Lieshout EMM, Obremskey WT, et al. Intramedullary tissue cultures from the Reamer-Irrigator-Aspirator system for diagnosing fracture-related infection. *J Orthop Res*. 2021;39(2):281-90. doi: <https://doi.org/10.1002/jor.24816>
8. Moriarty TF, Schmid T, Post V, Samara E, Kates S, Schwarz EM, et al. A large animal model for a failed two-stage revision of intramedullary nail-related infection by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Eur Cell Mater*. 2017 Aug 30;34:83-98. doi: <https://doi.org/10.22203/eCM.v034a06>
9. He SY, Yu B, Jiang N. Current Concepts of Fracture-Related Infection. *Int J Clin Pract*. 2023 Apr 25;2023:4839701. doi: <https://doi.org/10.1155/2023/4839701>
10. Govaert GAM, Kuehl R, Atkins BL, Trampuz A, Morgenstern M, Obremskey WT, et al. Diagnosing fracture-related infection: current concepts and recommendations. *J Orthop Trauma*. 2019;34(1):8-17. doi: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001614>
11. Mertens B, Van Daele R, Depypere M, Lagrou K, Debaveye Y, Wauters J, et al. Isavuconazole in the Treatment of *Aspergillus fumigatus* Fracture-Related Infection: Case Report and Literature Review. *Antibiotics (Basel)*. 2022 Mar 5;11(3):344. doi: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030344>
12. Li J, Lai YX, Li MX, Chen XY, Zhou M, Wang WZ, et al. Repair of infected bone defect with clindamycin-tetrahedral DNA nanostructure complex-loaded 3D bioprinted hybrid scaffold. *Chem Eng J*. 2022;435:134855. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.134855>

Стаття надійшла до редакції 06.03.2024;
затверджена до публікації 16.10.2024

