

DOI: 10.37000/abbsl.2026.118.08

УДК 616-089.84:615.468.6

Іван Мокієнко,

здобувач наукового ступеня доктора філософії, кафедри хірургії та акушерства, Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID ID: 0009-0008-5725-3953

e-mail: ivan.mokiienko@pdau.edu.ua

МОРФОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ШОВНИХ МАТЕРІАЛІВ VICRYL PLUS I SILVER PGA НА ПРОЦЕС ЗАГОЄННЯ РАН

Анотація

У роботі представлено результати експериментального дослідження місцевої тканинної реакції на два сучасні розсмоктувані шовні матеріали - Vicryl Plus та Silver PGA у моделі ушкодження м'яких тканин медіальної поверхні стегна свиней. Обидва матеріали належать до синтетичних полігліколідних ниток, проте характеризуються різними механізмами антимікробної дії: у Vicryl Plus реалізується завдяки триклозановому покриттю, тоді як у Silver PGA - через вивільнення іонів срібла. Дослідження виконували на двох групах тварин, у яких проводили забір зразків тканин у ділянці шва на 7-му та 14-ту добу після оперативного втручання. Проведений гістологічний аналіз дозволив оцінити особливості перебігу запальної реакції, формування грануляційної тканини та початкових фаз ремоделювання. На 7-му добу в обох групах реєстрували утворення грануляційної тканини з різною інтенсивністю клітинної реакції. Для Vicryl Plus була характерною помірна макрофагально-лімфоцитарна інфільтрація, що свідчить про активну фазу очищення та початкової регенерації. Натомість у зоні Silver PGA відзначали нижчу щільність запального інфільтрату, більшу упорядковану структуру грануляційної тканини та меншу кількість нейтрофілів, що узгоджується з вираженим антимікробним впливом срібла. На 14-ту добу встановлено редуцію запальної відповіді та перехід реактивної зони в стадію фіброплазії. Фіброзна капсула навколо Silver PGA була тоншою, ніж навколо Vicryl Plus, що вказує на вищу біосумісність цього матеріалу. В обох групах спостерігали посилення організації колагенових волокон, відновлення повноцінної стратифікації епідермісу та нормалізацію будови гіподерми. Отримані результати підтверджують, що обидва шовні матеріали сприяють ефективному загоєнню ран, проте Silver PGA викликає менш інтенсивну запальну реакцію, що може мати клінічні переваги в умовах підвищеного ризику інфекційних ускладнень.

Ключові слова: Vicryl Plus, Silver PGA, загоєння ран, тканинна реакція.

Вступ. Вибір шовного матеріалу є одним із ключових факторів, що визначають успішність хірургічного втручання, перебіг післяопераційного періоду та якість загоєння тканин. Розвиток сучасних хірургічних технологій спричинив значне розширення асортименту шовних матеріалів, які відрізняються за фізико-механічними властивостями, біосумісністю, структурою, наявністю антибактеріальних покриттів та здатністю викликати тканинну реакцію. У зв'язку з цим постає необхідність всебічного аналізу та порівняння різних типів ниток для оптимального вибору шовного матеріалу

залежно від клінічної ситуації. Численні дослідження демонструють, що структура шовного матеріалу та його взаємодія з навколишніми тканинами суттєво впливають на ступінь запалення, ризик інфекцій та формування ускладнень. Зокрема, показано, що традиційні плетені нитки, такі як Vicryl, можуть спричинити більш виражене пошкодження тканин та ширші дефекти навколо проколів, тоді як монофіламентні матеріали, зокрема PDS, асоціюються з мінімальною травматизацією. Використання швів із зазубринами, як-от Stratafix, сприяє рівномірнішому розподілу сили натягнення та зменшенню локального ушкодження тканин, що позитивно позначається на якості їх адаптації [1, 2, 3].

Гістологічні дослідження свідчать, що різні типи ниток, значною мірою, відрізняються за інтенсивністю тканинної реакції. Наприклад, Vicryl демонструє нижчі показники запалення та фіброзу порівняно з деякими барбованими матеріалами, що робить його потенційно більш придатним для реконструктивних втручань у делікатних анатомічних ділянках [2, 4, 5]. У свою чергу, сучасні нитки можуть забезпечувати меншу локальну реакцію, але інколи асоціюються з ризиком міграції шва або утворенням конкрементів, особливо у зонах контакту з сечею [3, 6].

Окрему увагу привертають розсмоктуючі нитки з антимікробними властивостями, зокрема Vicryl Plus, що містить триклозан, та Silver PGA, що містить наночастини срібла. Ці матеріали поєднують механічну міцність із бактерицидною активністю, спрямованою на зниження частоти інфекційних ускладнень. Проте наявні дані щодо їхньої порівняльної біосумісності, тканинної реакції та здатності запобігати інфікуванню є фрагментарними. З огляду на це постає потреба в поглибленому аналізі властивостей сучасних антибактеріальних розсмоктуючих шовних матеріалів. Вивчення балансу між їхньою протимікробною ефективністю та мінімальністю запальної відповіді тканин є важливим для удосконалення хірургічної практики та вибору оптимального матеріалу для різних типів оперативних втручань [7-11].

Мета. Порівняти фізико-механічні та гістологічні властивості розсмоктуючих шовних матеріалів Vicryl Plus (поліглактин 910 з триклозаном) і Silver PGA (полігліколова кислота з іонами срібла) в експериментальних умовах на внутрішній поверхні стегнової ділянки свиней..

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі використано експериментальну модель ушкодження м'яких тканин на внутрішній поверхні стегнової ділянки свиней. Дослідження проводили на двох групах тварин, які перебували в однакових умовах утримання та годівлі. Усі експериментальні процедури виконували з дотриманням етичних норм, відповідно до положень Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). Усі операційні втручання виконували під загальною анестезією з дотриманням правил біоетики та гуманного поводження з тваринами. Премедикацію проводили внутрішньом'язовим введенням ксилазину (2 мг./кг.) та кетаміну (10 мг./кг.).

Після досягнення стадії хірургічної анестезії здійснювали фіксацію тварин на операційному столі. Операційне поле обробляли антисептичним розчином (70% етанол або хлоргексидин). І група (n=2) тваринам проводили шкірний розріз довжиною 0,5 см у ділянці медіальної поверхні стегна. Після цього рану ушивали повношаровим швом із використанням розсмоктуваного шовного матеріалу Vicryl Plus (калібр - 3). ІІ група (n=2) за аналогічною методикою виконували розріз довжиною 0,5 см, після чого ушивали рану повношаровим швом із застосуванням розсмоктуваного шовного матеріалу Vicryl Plus Silver Pga. Рани ушивали одним вузловим швом відповідним матеріалом. Після операції тварин утримували в окремих клітках, забезпечували тепловий комфорт та вільний доступ до води й корму. Для профілактики інфекційних ускладнень у перші три доби вводили антибіотик (наприклад, енрофлоксацин 5 мг./кг. внутрішньом'язово 1 раз на добу). Оцінювали загальний стан тварин, поведінку, локальний стан післяопераційної рани (гіперемія, набряк, виділення, загоєння). Спостереження проводили протягом 20 діб. Зразки тканин у ділянці шва забирали на 7 та 14 добу після операції. Зразки тканин у ділянці шва забирали для гістологічного, морфометричного та мікробіологічного аналізу з метою оцінки перебігу репаративних процесів і місцевої тканинної реакції на різні типи шовного матеріалу. Отримані біоптати фіксували у 10% нейтральному розчині формаліну протягом 24 годин, зневоднювали у спиртах зростаючої концентрації, заливали в парафін. З парафінових блоків виготовляли зрізи товщиною 5-7 мкм. Препарати досліджували за допомогою світлового мікроскопа Micromed, фотографували цифровою камерою при збільшеннях $\times 40$, $\times 100$, $\times 640$. Для морфометричного аналізу використовували програмне забезпечення ImageJ.

Дослідження фізичних показників шовного матеріалу Vicryl Plus та Silver PGA показало спільні антибактеріальні властивості, що забезпечується через різні механізми. Шовний матеріал Vicryl Plus покритий ззовні полілактином 370 та кальцієвим стеаратом, шовний матеріал Silver PGA ззовні покритий кальцієвим стеаратом. Антибактеріальна дія спрямована на зменшення або нівелювання впливу бактерій (*S. aureus*, *S. Epidermidis* та інших). Інші фізичні параметри описані в таблиці 1, що наведена нижче.

Табл. 1

Аналізуючи фазичні властивості використаного шовного матеріалу можна Vicryl Plus

Параметр	Шовний матеріал Vicryl Plus	Шовний матеріал Silver PGA (типовий)
Склад	Copolymer (90% glycolide + 10% lactide)	Homopolymer (100% glycolide)
Покриття	Поліглактин 370 + кальцієвий стеарат; антибактеріальне покриття (триклозан)	Полі(капролактон) + кальцієвий стеарат
Міцність/ залишковість	75% через 2 тиж, 50% через 3 тиж, 25% через 4 тиж	70% через 14 днів, 50% через 21-28 днів
Час повного розсмоктування	56-70 днів	60-90 днів
Антибактеріальна дія	Має триклозан-покриття, що пригнічує <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , MRSA/MRSE	Не має спеціального антибактеріального покриття (за загальними характеристиками)
Рекомендоване застосування	М'які тканини	М'які тканини
Інтенсивність запалення	Помірна	Слабка
Антибактеріальний ефект	Ефективний, але короткотривалий	Сильний і тривалий
Гігантські клітини інородних тіл	Помірна кількість	Мінімальна кількість
Організація грануляційної тканини	Добра	Дуже добра
Цитотоксичність	Низька–помірна	Низька
Загальна тканинна сумісність	Висока	Дуже висока

Значний вплив на біосумісність тканин має склад шовного матеріалу, Vicryl Plus складається з 90 % сополімеру гліколіду та 10 % L-лактиду. Плетений синтетичний шовний матеріал, здатний до розсмоктування. Час повного розсмоктування: приблизно 56-70 днів. Залишкова міцність: 75 % через 2 тижні; 50 % через 3 тижні; 25 % через 4 тижні. Інший шовний матеріал, що було використано для порівняння Silver PGA має загальний тип будови, що складається з 100 % полігліколової кислоти, має плетену структуру. Час повного

розсмоктування: приблизно 60-90 днів. Залишкова міцність: за різними даними становить 70-75 % через 14 днів; 50 % через 21-28 днів.

Проведений морфологічний аналіз тканинної реакції на шовний матеріал Vicryl Plus та Silver PGA дозволяє оцінити локальний перебіг процесів та ступінь біосумісності матеріалів. У прилеглий, до шовного каналу, ділянці епідермісу відзначається незначне потовщення рогового шару та помірна активація кератиноцитів шипуватого шару, що проявляється проліферацією. Для обох типів матеріалу епідермальна реакція носить неспецифічний характер і пов'язана переважно з первинною травмою та локальним мікрозапаленням. У дермі навколо шовного матеріалу формується реактивна зона, товщина та клітинний склад якої різняться залежно від типу нитки. Vicryl Plus як полігліколідний матеріал з антибактеріальним покриттям демонструє помірний ступінь лейкоцитарної інфільтрації, переважно за рахунок макрофагів і поодиноких нейтрофілів. Silver PGA, завдяки додатковому вмісту срібла, викликає слабшу бактеріальну колонізацію та меншу інтенсивність запальної реакції, що проявляється менш щільною інфільтрацією. У гіподермальній частині в ділянці контакту з шовним матеріалом формуються ознаки помірного набряку міжчасточкової стріми. Біля обох шовних ниток відзначаються дрібні вогнища розростання грануляційної тканини. Проведений морфологічний аналіз, після оперативного втручання на 7 добу відображає стабілізацію запального процесу. Навколо ниток Vicryl Plus формується грануляційний валик, багатий на макрофаги, фібробласти й молоді колагенові волокна, рис. 1. У дермі помірно виражені лимфоцитарно-макрофагальні інфільтрати, розташовані переважно периваскулярно. Судини в стані реактивної гіперемії, із незначною кількістю еритроцитів у периваскулярних просторах. Для Silver PGA на цьому етапі характерне менше накопичення нейтрофілів і більш однорідна грануляційна тканина рис. 2, що пов'язано з антибактеріальним впливом срібла та менш інтенсивним мікробним контамінаційним тиском. Епідерміс демонструє збережену проліферацію базальних кератиноцитів та початкові ознаки нормалізації товщини рогового шару.

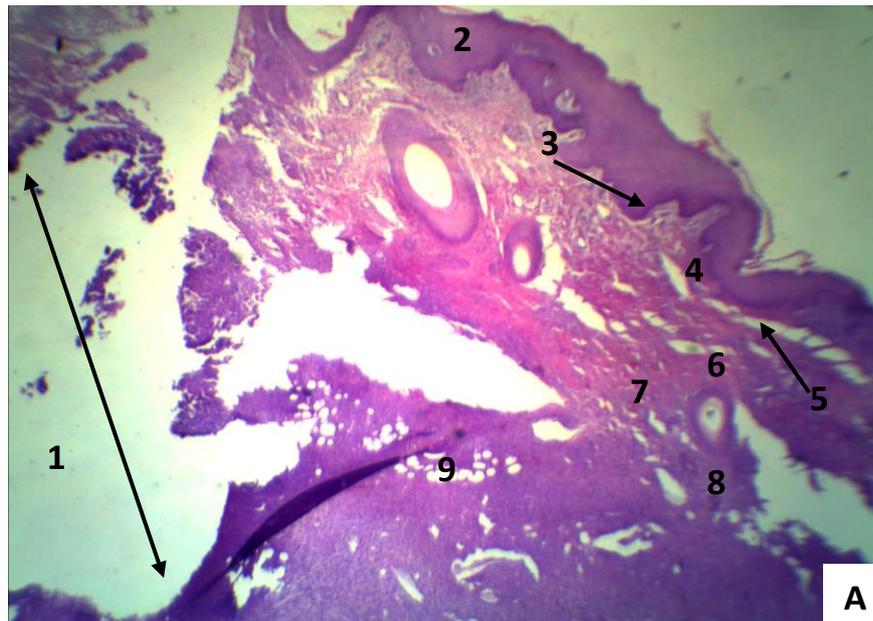


Рис. 1. Гістологічний препарат ділянки шкіри з використанням шовного матеріалу Vicryl Plus (7 діб), х 100, фарбування гематоксилін та еозин. 1 – шовний канал; 2 – роговий шар; 3 - блискучий шар; 4 - зернистий 5 - шипуватий шар; 6 - базальний шар; 7 - сітчастий шар; 8 - сосочковий шар; 9 – адипоцити;

Аналіз морфологічних змін тканин на 14 добу відображає запальний процес, що редукується. У ділянці, що оточує Vicryl Plus, грануляційна тканина переходить у стадію зрілої фіброплазії: кількість колагенових волокон зростає, вони стають більш щільно розташовані та орієнтовані паралельно лінії натягу шкіри. Фібробласти частково диференціюються у фіброцити. Біля Silver PGA реакція має аналогічний характер, однак фіброзна капсула навколо нитки тонша, а щільність інфільтрації лімфоцитів нижча. Обидва матеріали демонструють ознаки часткової біодеградації полігліколідних компонентів, що супроводжується появою окремих вакуолізованих зон у реактивному валі. Гіподерма характеризується нормалізацією структури жирових часточок, зменшенням набряку та поступовим включенням ділянки у загальний цикл ремоделювання рубцевої тканини. Епідерміс відновлює типову стратифікацію, ознаки гіперплазії мінімальні.

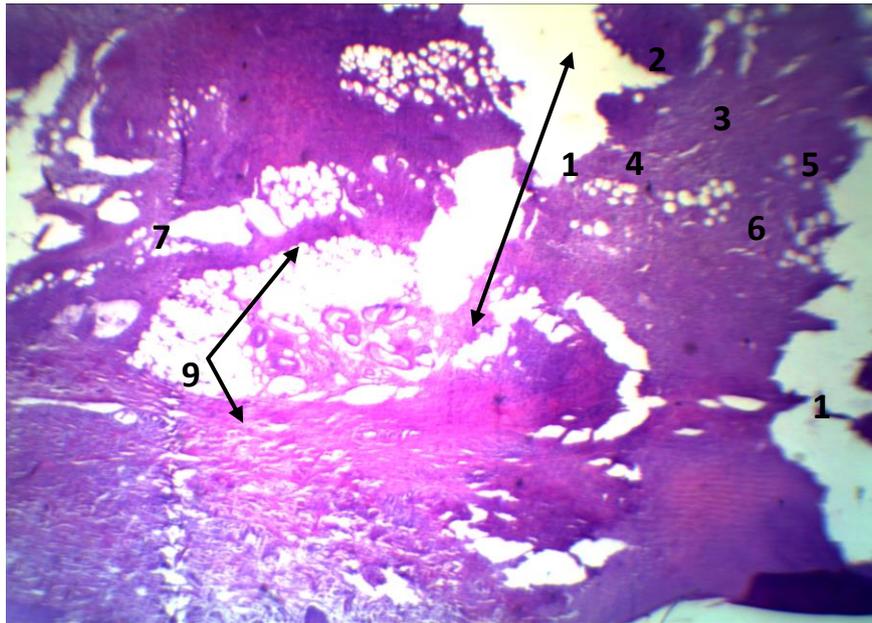
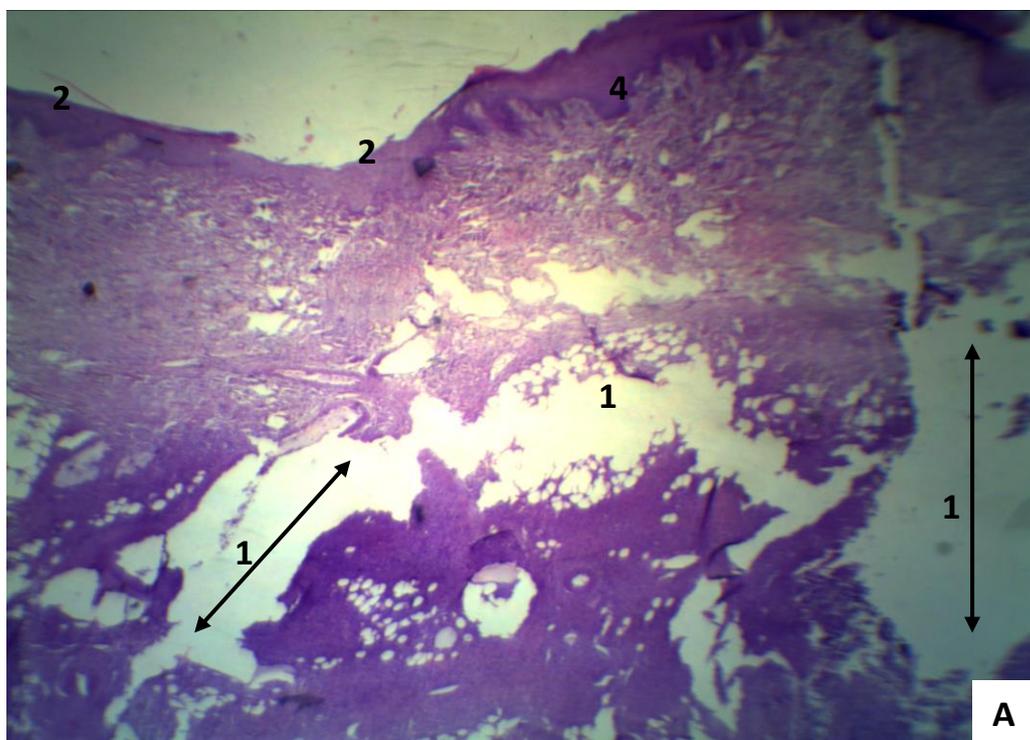


Рис. 2. Гістологічний препарат ділянки шкіри з використанням шовного матеріалу Vicryl Plus (14 діб), х 100, фарбування гематоксилін та еозин. 1 – шовний канал; 2 – роговий шар; 3 - блискучий шар; 4 - зернистий шар; 5 - шипуватий шар; 6 - базальний шар; 7 - сітчастий шар; 8 - сосочковий шар; 9 – адипоцити; (рисунок автора)



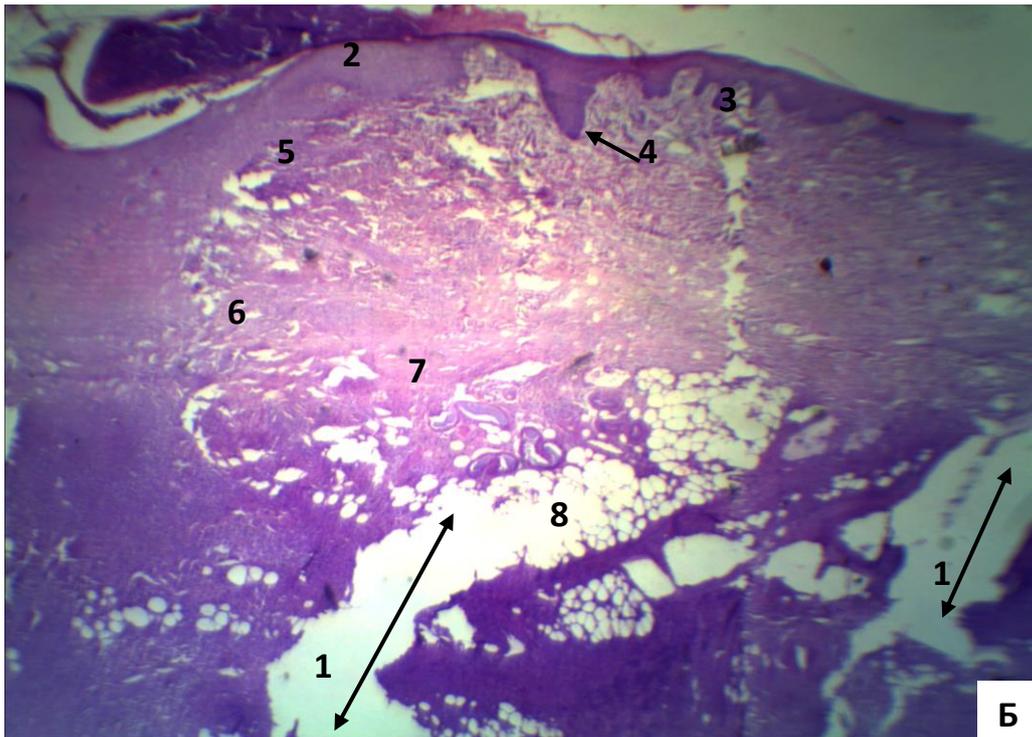


Рис. 3. А. Б – Гістологічний препарат ділянки шкіри з використанням шовного матеріалу Silver PGA, х 140, фарбування гематоксилін та еозин. 1 – шовний канал; 2 – роговий шар; 3 - блискучий шар; 4 - зернистий шар; 5 - шипуватий шар; 6 - базальний шар; 7 - сітчастий шар; 8 - сосочковий шар; 9 – адипоцити; (рисунок автора)

Епідерміс, дерма та гіподерма беруть активну участь у формуванні локальної тканинної відповіді на імплантацію Vicryl Plus та Silver PGA. На 7-му добу домінує грануляційна фаза з вираженою макрофагальною активністю, тоді як на 14-ту добу переважають процеси фіброплазії та ремоделювання. Silver PGA демонструє дещо меншу інтенсивність запальної реакції порівняно з Vicryl Plus, що корелює з антимікробним ефектом срібла та особливостями структури полігліколідного волокна. Отримані дані підтверджують добру біосумісність обох матеріалів та їх сприятливий вплив на перебіг ранніх етапів загоєння шкіри.

Отримані результати дозволяють проаналізувати особливості тканинної реакції на два сучасні шовні матеріали - Vicryl Plus та Silver PGA, а також співвіднести морфологічні спостереження з наявними експериментальними та клінічними даними щодо їх антимікробних властивостей і біосумісності [12-14]. Vicryl Plus є шовним матеріалом, виготовленим із полігліколіду та покритим антимікробною речовиною триклозаном. Наявність цього покриття забезпечує пролонгований антимікробний ефект в безпосередній ділянці шовного каналу, що підтверджується низкою клінічних і експериментальних робіт. У літературі підкреслюється, що використання триклозан-імпрегнованих швів зменшує ризик післяопераційних інфекцій порівняно з традиційними неімпрегнованими матеріалами, зокрема при нейрохірургічних втручаннях,

таких як краніотомія. Експериментальні дослідження на тваринах також демонструють нижчу бактеріальну контамінацію в ділянках, ушитих Vicryl Plus, що корелює з менш вираженою гострою запальною реакцією [15-17]. Ці дані узгоджуються з нашими морфологічними спостереженнями, за якими навколо Vicryl Plus на 7-му добу формується грануляційна тканина помірної щільності, з переважанням макрофагально-фібробластичних елементів та зменшеною кількістю нейтрофілів, а на 14-ту добу визначається більш впорядкований ремоделювальний патерн.

Silver PGA, у свою чергу, є модифікацією полігліколевої кислоти, збагаченої сріблом - хімічним агентом із відомими антимікробними властивостями. Дослідження показують, що шовні матеріали зі сріблом ефективно знижують бактеріальне навантаження та інгібують розвиток запалення в ранній післяопераційний період. Наші результати демонструють, що вже на 7-му добу навколо Silver PGA реактивна інфільтрація менш інтенсивна, ніж навколо Vicryl Plus, а грануляційна тканина формується більш однорідно. Водночас у доступних експериментальних роботах акцентується на тому, що біологічна дія срібла може залежати від розміру його частинок: зокрема, наночастинки найменшого діаметра здатні накопичуватися в тканинах у вищих концентраціях та індукувати більш виражені токсичні ефекти. Цей аспект необхідно враховувати при інтерпретації морфологічних змін та оцінці потенційних ризиків.

Порівняння двох матеріалів показує, що обидва вони мають антимікробні властивості, однак механізми їх дії є різними. Vicryl Plus забезпечує пролонговану антимікробну активність завдяки триклозановому покриттю, що повільно вивільняється у тканини. Silver PGA діє завдяки вивільненню іонів срібла, які проявляють швидкий, хоча потенційно більш короточасний ефект. Морфологічні зміни, які ми спостерігали, узгоджуються з цими відмінностями: у разі Vicryl Plus запальна реакція є більш контрольованою, а фаза фіброплазії — рівномірною; у разі Silver PGA спостерігається більш раннє зниження гострого запального компонента, але характер ремоделювання тканини може варіювати залежно від локальної концентрації срібла. Вибір між цими матеріалами у клінічній практиці має ґрунтуватися на індивідуальних характеристиках пацієнта, специфіці операції та ризику інфекційних ускладнень. Матеріали з антимікробними властивостями не є універсальним рішенням, однак можуть суттєво зменшувати ймовірність післяопераційної інфекції у пацієнтів групи ризику. Подальші дослідження необхідні для стандартизації доз антимікробних компонентів, оцінки довготривалої безпеки та вивчення взаємодії шовних матеріалів з регіональними тканинними структурами на різних етапах загоєння.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

У проведеному дослідженні встановлено, що обидва шовні матеріали - Vicryl Plus та Silver PGA забезпечують сприятливий перебіг репаративних процесів, проте формують різний ступінь локальної тканинної реакції. Silver PGA викликає менш інтенсивне запалення та формує більш рівномірну грануляційну тканину порівняно з Vicryl Plus, що може бути пов'язано з антимікробним ефектом іонів срібла. На 14-ту добу в обох групах спостерігається зниження запалення та активне ремоделювання тканини, що підтверджує добру біосумісність матеріалів. Результати свідчать про потенційні переваги Silver PGA у ситуаціях підвищеного ризику інфекційних ускладнень і є підґрунтям для подальших клінічних досліджень.

Список використаних літератури

1. Cartmill, B. T., Parham, D. M., Strike, P. W., Griffiths, L., & Parkin, B. (2014). How do absorbable sutures absorb? A prospective double-blind randomized clinical study of tissue reaction to polyglactin 910 sutures in human skin. *Orbit*, 33(6), 437–443. <https://doi.org/10.3109/01676830.2014.950285>
2. Costanzo, G., Linta, N., & Diana, A. (2023). Case report: Ultrasonographic assessment of early leakage in intestinal sutures in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1094287>
3. Li, S., Guo, Y. Z., Zhou, Z. L., et al. (2023). Biomechanical and tissue reaction: The effects of varying suture sizes on canine abdominal wall stitching. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1254998>
4. Marco, F., Vallez, R., Gonzalez, P., Ortega, L., de la Lama, J., & Lopez-Duran, L. (2007). Study of the efficacy of coated Vicryl plus antibacterial suture in an animal model of orthopedic surgery. *Surgical Infections*, 8(3), 359–365. <https://doi.org/10.1089/sur.2006.013>
5. Pihlajamäki, H., Salminen, S., Laitinen, O., Tynnenen, O., & Böstman, O. (2006). Tissue response to polyglycolide, polydioxanone, polylevolactide, and metallic pins in cancellous bone: An experimental study on rabbits. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(8), 1597–1606. <https://doi.org/10.1002/jor.20191>
6. Regier, P. J., Smeak, D. D., & McGilvray, K. C. (2023). Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(8), 1399–1405. <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>
7. Shiga, T., Okada, H., Isobe, M., & Furui, T. (2024). Tissue damage between barbed suture and conventional sutures in animal laboratory model using scanning electron microscopy. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 44(1), 2370973. <https://doi.org/10.1080/01443615.2024.2370973>

8. Shivley, J. M., Brookshire, W. C., & Woodruff, K. A. (2024). A randomized trial to compare smooth monofilament suture vs barbed suture using the three-layer continuous closure technique in canine ovariohysterectomy. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, Article 1365213. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1365213>
9. Storch, M., Perry, L. C., Davidson, J. M., & Ward, J. J. (2002). A 28-day study of the effect of coated VICRYL® Plus antibacterial suture on wound healing in guinea pig linear incisional skin wounds. *Surgical Infections*, 3(Suppl 1), S89–S98. <https://doi.org/10.1089/sur.2002.3.s1-89>
10. Tozsin, A., Aydin, A., Sonmez, M. G., Kilinc, F., Guven, S., & Serdar Gozen, A. (2025). Long-term in vivo comparison of histopathological effects of two barbed sutures and a conventional suture material in a rat model. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 34(3), 212–218. <https://doi.org/10.1080/13645706.2024.2435553>
11. Whyte, M. A., Upchurch, D. A., & Stroda, S. (2023). Axial twisting within an ending loop of a continuous suture pattern affects the biomechanical properties of knots of certain suture sizes and types. *American Journal of Veterinary Research*, 84(7), Article ajvr.23.01.0003. <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.01.0003>
12. Yalcin, S., Kibar, Y., Tokas, T., Gezginci, E., Günal, A., Ölcücü, M. T., Özgök, I. Y., & Gözen, A. S. (2018). In vivo comparison of “V-Loc 90 wound closure device” with “Vicryl” and “Monocryl” regarding tissue reaction in a rabbit bladder model. *Urology*, 116, 231.e1–231.e5. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.02.027>
13. Regier, P. J., Smeak, D. D., & McGilvray, K. C. (2019). Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(8), 1399–1405. <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>
14. Nonhoff, M., Puetzler, J., Hasselmann, J., Fobker, M., Gosheger, G., & Schulze, M. (2024). The Potential for Foreign Body Reaction of Implanted Poly-L-Lactic Acid: A Systematic Review. *Polymers*, 16(6), 817. <https://doi.org/10.3390/polym16060817>
15. Oliveira, C., Sousa, D., Teixeira, J. A., Ferreira-Santos, P., & Botelho, C. M. (2023). Polymeric biomaterials for wound healing. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1136077>
16. Zhang, J., Xie, B., Xi, Z., Zhao, L., Cen, L., & Yang, Y. (2020). A comparable study of polyglycolic acid's degradation on macrophages' activation. *Materials Science and Engineering: C*, 109, 110574. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110574>
17. Song, J. H., Kang, C., Park, W. H., Lee, G. S., Lee, J. K., Kim, D. H., & Lee, S. W. (2021). Extended Distal Chevron Osteotomy and Akin Osteotomy Using Bioabsorbable Materials for Treatment of Moderate to Severe Hallux Valgus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.01.010>

Ivan Mokiienko,
PhD candidate, Faculty of Veterinary Medicine,
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID ID: 0009-0008-5725-3953
e-mail: ivan.mokiienko@pdau.edu.ua

MORPHOLOGICAL EFFECT OF ANTIBACTERIAL SUTURE MATERIALS VICRYL PLUS AND SILVER PGA ON WOUND HEALING

Abstract

This study presents the results of an experimental investigation of tissue response to two modern absorbable suture materials - Vicryl Plus and Silver PGA - in a soft tissue injury model of the femoral region in pigs. Both materials exhibit antimicrobial properties through different mechanisms: a triclosan coating in Vicryl Plus and silver content in Silver PGA. The study was conducted on two groups of animals, with tissue samples collected on days 7 and 14 for histological, morphometric, and microbiological analyses. Morphological observations demonstrated that by day 7, granulation tissue formed around both suture materials; however, the cellular composition and intensity of inflammation differed. Vicryl Plus induced moderate macrophage-lymphocyte infiltration, whereas Silver PGA showed a less pronounced inflammatory response and a more uniform granulation tissue structure, correlating with the effective antimicrobial action of silver. By day 14, inflammation was reduced, and the reactive zone progressed to the fibroplasia stage. The fibrous capsule surrounding Silver PGA was thinner than that around Vicryl Plus, indirectly indicating higher biocompatibility of the material. In both groups, there was progressive organization of collagen fibers, restoration of epidermal stratification, and normalization of hypodermal structure. The data confirm that both suture materials exhibit good biocompatibility and positively influence the early phases of wound healing. At the same time, Silver PGA induces a slightly weaker inflammatory response, which may be clinically relevant in situations with an increased risk of infectious complications.

Keywords: *Vicryl Plus, Silver PGA, wound healing, tissue response.*

References

1. Cartmill, B. T., Parham, D. M., Strike, P. W., Griffiths, L., & Parkin, B. (2014). How do absorbable sutures absorb? A prospective double-blind randomized clinical study of tissue reaction to polyglactin 910 sutures in human skin. *Orbit*, 33(6), 437–443. <https://doi.org/10.3109/01676830.2014.950285>
2. Costanzo, G., Linta, N., & Diana, A. (2023). Case report: Ultrasonographic assessment of early leakage in intestinal sutures in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1094287>
3. Li, S., Guo, Y. Z., Zhou, Z. L., et al. (2023). Biomechanical and tissue reaction: The effects of varying suture sizes on canine abdominal wall stitching. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1254998>
4. Marco, F., Vallez, R., Gonzalez, P., Ortega, L., de la Lama, J., & Lopez-Duran, L. (2007). Study of the efficacy of coated Vicryl plus antibacterial suture in an animal model of orthopedic surgery. *Surgical Infections*, 8(3), 359–365. <https://doi.org/10.1089/sur.2006.013>

5. Pihlajamäki, H., Salminen, S., Laitinen, O., Tynnenen, O., & Böstman, O. (2006). Tissue response to polyglycolide, polydioxanone, polylevolactide, and metallic pins in cancellous bone: An experimental study on rabbits. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(8), 1597–1606. <https://doi.org/10.1002/jor.20191>
6. Regier, P. J., Smeak, D. D., & McGilvray, K. C. (2023). Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(8), 1399–1405. <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>
7. Shiga, T., Okada, H., Isobe, M., & Furui, T. (2024). Tissue damage between barbed suture and conventional sutures in animal laboratory model using scanning electron microscopy. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 44(1), 2370973. <https://doi.org/10.1080/01443615.2024.2370973>
8. Shivley, J. M., Brookshire, W. C., & Woodruff, K. A. (2024). A randomized trial to compare smooth monofilament suture vs barbed suture using the three-layer continuous closure technique in canine ovariohysterectomy. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, Article 1365213. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1365213>
9. Storch, M., Perry, L. C., Davidson, J. M., & Ward, J. J. (2002). A 28-day study of the effect of coated VICRYL® Plus antibacterial suture on wound healing in guinea pig linear incisional skin wounds. *Surgical Infections*, 3(Suppl 1), S89–S98. <https://doi.org/10.1089/sur.2002.3.s1-89>
10. Tozsin, A., Aydin, A., Sonmez, M. G., Kilinc, F., Guven, S., & Serdar Gozen, A. (2025). Long-term in vivo comparison of histopathological effects of two barbed sutures and a conventional suture material in a rat model. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 34(3), 212–218. <https://doi.org/10.1080/13645706.2024.2435553>
11. Whyte, M. A., Upchurch, D. A., & Stroda, S. (2023). Axial twisting within an ending loop of a continuous suture pattern affects the biomechanical properties of knots of certain suture sizes and types. *American Journal of Veterinary Research*, 84(7), Article ajvr.23.01.0003. <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.01.0003>
12. Yalcin, S., Kibar, Y., Tokas, T., Gezginci, E., Günal, A., Ölcücü, M. T., Özgök, I. Y., & Gözen, A. S. (2018). In vivo comparison of “V-Loc 90 wound closure device” with “Vicryl” and “Monocryl” regarding tissue reaction in a rabbit bladder model. *Urology*, 116, 231.e1–231.e5. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.02.027>
13. Regier, P. J., Smeak, D. D., & McGilvray, K. C. (2019). Ex vivo comparison of intradermal closures with conventional monofilament suture vs unidirectional barbed suture in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(8), 1399–1405. <https://doi.org/10.1111/vsu.13271>
14. Nonhoff, M., Puetzler, J., Hasselmann, J., Fobker, M., Gosheger, G., & Schulze, M. (2024). The Potential for Foreign Body Reaction of Implanted Poly-L-Lactic Acid: A Systematic Review. *Polymers*, 16(6), 817. <https://doi.org/10.3390/polym16060817>

15. Oliveira, C., Sousa, D., Teixeira, J. A., Ferreira-Santos, P., & Botelho, C. M. (2023). Polymeric biomaterials for wound healing. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1136077>
16. Zhang, J., Xie, B., Xi, Z., Zhao, L., Cen, L., & Yang, Y. (2020). A comparable study of polyglycolic acid's degradation on macrophages' activation. *Materials Science and Engineering: C*, 109, 110574. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110574>
17. Song, J. H., Kang, C., Park, W. H., Lee, G. S., Lee, J. K., Kim, D. H., & Lee, S. W. (2021). Extended Distal Chevron Osteotomy and Akin Osteotomy Using Bioabsorbable Materials for Treatment of Moderate to Severe Hallux Valgus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.01.010>

Стаття надійшла до редакції 20 січня 2026 року

Стаття пройшла рецензування 23 лютого 2026 року

Стаття опублікована 30 березня 2026 року