

УДК 616-001.4-039.22-089:615.331:572.7:612.08  
DOI: 10.24061/1727-0847.23.2.2024.23

**О. С. Хіміч, А. П. Король**

*Кафедра клінічної анатомії та оперативної хірургії (зав. – проф. В. І. Півторак) Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова*

---

## **МОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІМУНОМОДУЛЯТОРА МУРАМІЛПЕПТИДНОГО РІВНЯ ПРИ ЛІКУВАННІ ІНФІКОВАНИХ РАН В ЕКСПЕРИМЕНТІ**

---

**Резюме.** На сьогоднішній день питання щодо лікування інфікованих та гнійних ран ще далеко не вирішено, тому пошук нових засобів для покращення ранового процесу є актуальним. Мета дослідження: провести морфологічну оцінку ефективності застосування імуномодулятора Бластомуніл при лікуванні інфікованих ран в експерименті. Матеріал і методи. Для оцінки ефективності застосування бластомунілу було сформовано 3 дослідницьких групи, по 10 щурів у кожній. Під наркозом робили рани (1,5×1,5 см), інфікували їх 0,2 мл мікробної суміші, що включала *S. Aureus* та *P. Aureginosa*. I-шу групу не лікували. II групу тварин з 2-го дня лікували шляхом однократного уведення внутрішньом'язово 0,12 мг бластомунілу; III групу тварин лікували шляхом місцевого застосування у рану 0,12 мг бластомунілу. Для оцінювання морфологічних змін ранового процесу тварин на 3, 7, 10 та 14 добу тварин під наркозом виводили з експерименту. Готували гістопрепарати. Мікроскопію і фотографування проводили за допомогою світлового мікроскопа EUROMEX microscopes Holland IScore 1153-PLI під збільшенням у 50, 10 та 400 разів. Результати і обговорення. За результатами морфологічного аналізу виявлено позитивну дію застосування бластомунілу, завдяки більш швидшому очищенні рани, зменшенню кількості мікробів за рахунок посилення збільшення лімфоцитів та макрофагів і більш швидшого регенераторного процесу із розвитком сполучної тканини та епітелізації рани. Причому при місцевому застосуванні бластомунілу цей процес був краще виражений ніж при внутрішньом'язовому використанні. Висновок. Результати експериментального дослідження показують, що при місцевому застосуванні використання імуномодулятора Бластомуніл сприяє більш швидшому очищенню рани, зменшенню кількості мікроорганізмів внаслідок стимуляції збільшення лімфоцитів та макрофагів і більш швидкому регенераторному процесу із розвитком сполучної тканини та епітелізації рани. При внутрішньом'язовому застосуванні позитивні зміни теж спостерігаються, проте вони дещо менш виражені.

**Ключові слова:** щурі, інфіковані рани, рановий процес, імуностимуляція, імунітет, лімфоцити, бластомуніл, мікроорганізми.

---

Лікування інфікованих та гнійних ран на сьогоднішній день залишається проблемним питанням [1], навіть в еру розвитку антибіотиків та антисептиків. І хоча відомо, що нормальний процес загоєння ран включає три фази: запалення, формування тканин і ремоделювання тканин, все ж таки, коли нормальний процес загоєння порушується, рана може набути хронічного характеру, що при-

зводить до зупинки фази хронічного запалення [2]. Лікування ж інфікованих та гнійних ран включає широкий спектр міроприємств: від загальновідомих хірургічних методів з видаленням нежиттєздатних тканин, що знижує частоту інфікування та прискорює швидкість закриття рани [3] із застосуванням антисептиків до лікування з використанням ультразвукового дебридменту рани поєдна-

но з ін'єкціями плазми збагачено тромбоцитами [4], аплікаційних сорбентів [1], мазей з протимікробною та лізуючою дією [5] тощо. Привертають увагу й роботи деяких авторів про те, що місцеве лікування деякими імуномодуляторами під час хірургічного втручання може мати терапевтичний ефект у боротьбі з рановою інфекцією, окремо або поєднано з профілактичними антибіотиками [6], сприяючи неспецифічній резистентності до експериментальної інфекції, підвищуючи наприклад кількість лейкоцитів в периферійній крові [7].

Враховуючи вищенаведене нами була сформована гіпотеза щодо можливого ефективного застосування в експерименті імуномодулятора Бластомуніл при лікуванні інфікованих ран як одноосібного лікувального засобу, так і в комбінації з антисептиком декаметоксин.

**Мета дослідження:** провести морфологічну оцінку ефективності застосування імуномодулятора мурамілпептидного рівня (Бластомуніл) при лікуванні інфікованих ран в експерименті.

**Матеріал і методи.** Експериментальне дослідження проводили в умовах віварію Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова з дотриманням усіх біоетичних норм [8]. Для оцінки ефективності застосування бластомунілу було сформовано три дослідницьких групи, по 10 щурів у кожній. Усім тваринам на початку проводили «кетаміновий наркоз», шляхом внутрішньом'язового введення кетаміну з розрахунку 15 мг/кг маси тіла щура. Під наркозом у міжлопатковій ділянці у тварин вирізали шкіру (1,5×1,5 см) з підлеглими тканинами до фасції. Після нанесення рани тваринам усіх груп в ділянку рани вводили 0,2 мл мікробної суміші, що включала *S. Aureus* та *P. Aureginosa* та витримували період очікування 30 с. I-шу групу тварин (контроль) не лікували; II групу тварин з 2-го дня лікували шляхом однократного введення вну-

трішньом'язово 0,12 мг бластомунілу; III групу тварин лікували шляхом місцевого застосування у рану 0,12 мг бластомунілу з накладанням стерильної марлевої пов'язки. З 1 по 14 дні вимірювалась  $T^0$  тіла, фотофіксація стану рани з послідуочим аналізом, вивчалась поведінка тварин, проводився забір крові, змиви на мікробіологічне дослідження.

Для оцінювання морфологічних змін ранового процесу тварин на 3, 7, 10 та 14 добу тварин під наркозом виводили з експерименту. Проводили забір тканин, що включав у себе видалення усієї рани та частину здорової стінки та здорової частини дна рани. Отриманий препарат поміщали для фіксації в 10 % розчин нейтрального формаліну. Препарати для патогістологічного дослідження готували за стандартною методикою за допомогою лабораторії CSD LAB (03022 м. Київ, вул. Васильківська, 45 [www.csdlab.ua](http://www.csdlab.ua)), яка є учасником європейської системи контролю якості NordiQ С. Гістологічні зрізи товщиною 5-7 мкм забарвлювали гематоксиліном і еозином.

Мікроскопію і фотографування проводили у звичайній кімнаті за допомогою світлового мікроскопа EUROMEX microscopes Holland IScope 1153-PLI. Після мікроскопії під збільшенням у 50, 10 та 400 разів проводили фотографування мікропрепарата, після чого знімки обробляли за допомогою програми «Image Focus Alpha», а результати – занесли до протоколів дослідження.

**Результати дослідження та їх обговорення.** При морфологічній характеристиці I групи тварин отримали наступні дані. На 3-й день у цієї групи щурів спостерігається початок появи регенераторної тканини, адже під нею спостерігається розташування шару жирової тканини з її клітинами, що є джерелом регенерації. Судини повнокровні, в рані – лейкоцитарна інфільтрація, тканина інфільтрована мікроорганізмами (рис. 1).

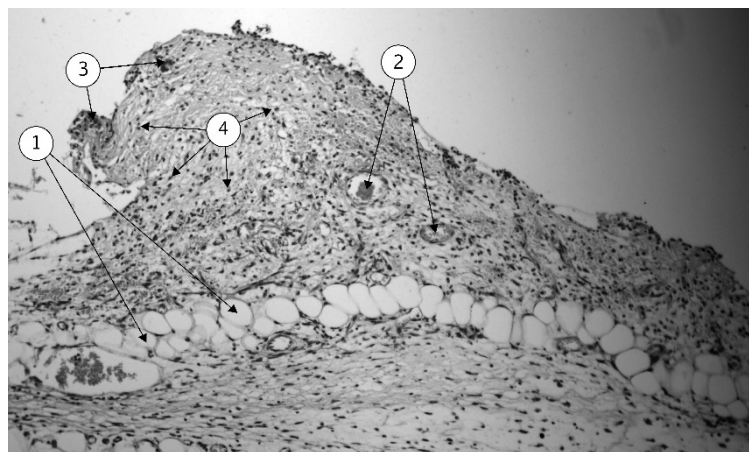


Рис. 1. I група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ . Поява регенераторної тканини: 1 – шар жирової тканини з її клітинами; 2 – повнокровні судини; 3 – лейкоцитарна інфільтрація; 4 – мікроорганізми

При поглибленому дослідженні грануляційної тканини відмічається повнокров'я, діapedез еритроцитів, лейкоцитів, велика кількість мікроорганізмів. Лейкоцити в основному представлені нейтрофілами (рис. 2).

На 7-й день експериментального дослідження у щурів 1 групи вже виявляється сформована спо-

лучна тканина з лейкоцитарною інфільтрацією, яка покрита шаром гною. Разом з тим в регенераторній тканині спостерігаються судини, що розташовані вертикально, та крововиливи (рис. 3).

Велике скупчення гною з паралельним розвитком регенераторної тканини ще більш переконливо видно при збільшенні у 400 разів (рис. 4).

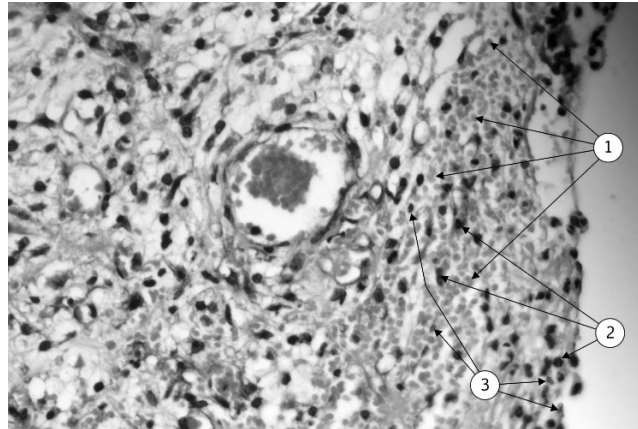


Рис. 2. 1-а група, 3-й день. Регенеративна тканина. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – повнокров'я, діapedез еритроцитів; 2 – діapedез лейкоцитів; 3 – мікроорганізми

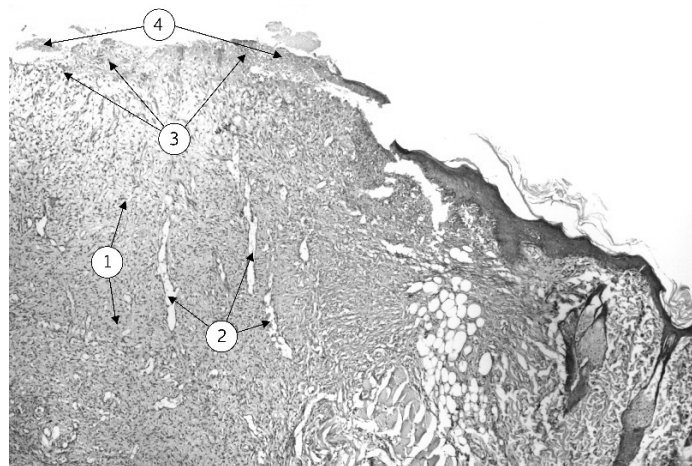


Рис. 3. 1-а група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 50$ : 1 – сформована сполучна тканина з лейкоцитарною інфільтрацією; 2 – вертикально розташовані судини; 3 – шар гною; 4 – крововиливи

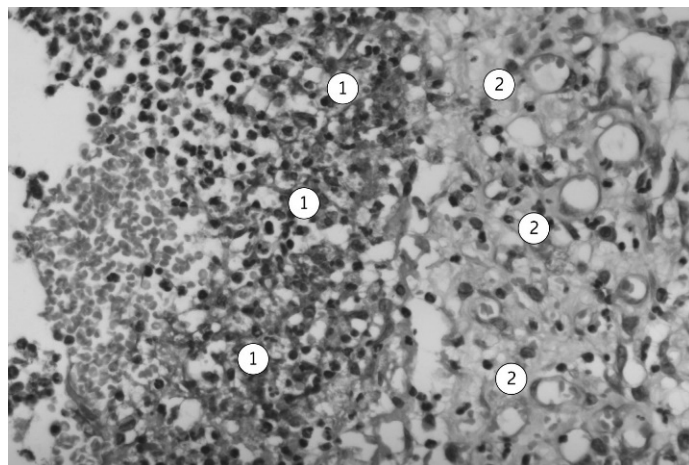


Рис. 4. 1 група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ . Рана: 1 – гній (мікроорганізми, лейкоцити); 2 – сполучна тканина

При аналізі мікропрепаратів тварин 1-ї групи на 10-й день встановлено, що рана вже заповнена сполучною тканиною (панорамний знімок, рис. 5), хоча з вираженою лейкоцитарною інфільтрацією, що свідчить про активний запальний процес. Спостерігаються вертикально розташовані судини. Місцями візуалізовано тонкий епітелій (до 0,07 мм), який розвивається під струпом. Для кращого сприй-

няття деталей цього процесу наведено той самий мікрознімок, але зі збільшенням у 100 разів (рис. 6).

Слід звернути увагу на те, що навіть на 10-й день експерименту в рані домінували гнійні процеси, хоча паралельно розвивалась грануляційна тканина з переважно вертикально розміщеними новими судинами та дещо запізним розвитком горизонтальних судин (рис. 7).

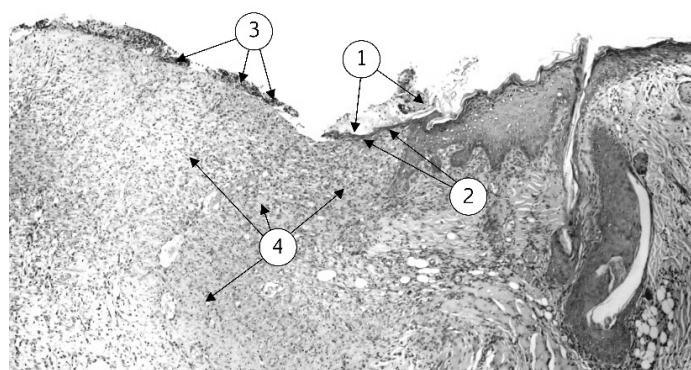


Рис. 5. 1 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 50$ : 1 – струп; 2 – епітелій під струпом; 3 – гній; 4 – лейкоцитарна інфільтрація

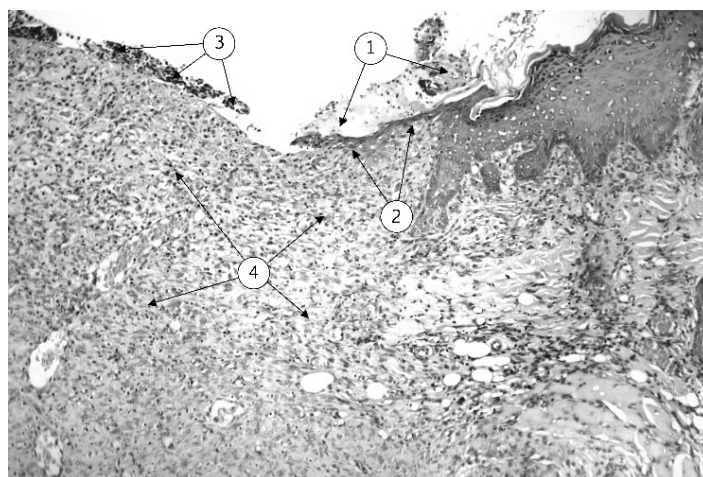


Рис. 6. 1 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – струп; 2 – епітелій під струпом; 3 – гній; 4 – лейкоцитарна інфільтрація

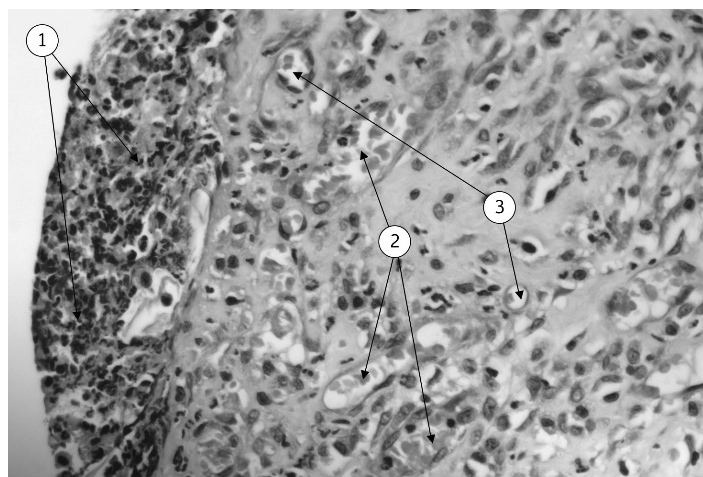


Рис. 7. 1 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – гній; 2 – вертикальні судини; 3 – горизонтальні судини

На 14-й день експерименту у тварин 1 групи розміри рани зменшились, однак рана так і не очистилась, а новоутворена тканина не повністю закриває рановий дефект. Рана покрита струпом, під яким є гнійний вміст з крововиливами. І хоча в новоутвореній тканині є розвинуті вертикально та горизонтально розташовані судини, що свідчить про розвиток судинної сітки, у цій тканині спостерігається активна лейкоцитарна інфільтрація, що свідчить про продовження запального процесу. Наявність гнійно-запального процесу очевидно не дає можливості повністю очиститись рані та розвитку епітелізації (рис. 8).

На відміну від 1-ї групи у 2-й групі процес регенерації виражений краще. При оцінці мікропрепаратів тварин 2-ї групи на 3-й день експеримен-

ту звичайно рана ще не заповнена новоутвореною тканиною. Однак спостерігаються процеси стимуляції імунного процесу, завдяки збільшеній кількості лімфоцитів, що, мабуть, сприяв і зменшенню мікробів в рані. Зауважимо, що крім вертикально розташованих судини, спостерігаються вже і горизонтально розміщенні судини (рис. 9, 10).

На 7-й день експерименту стан рани значно покращився. З країв рани, що покрита струпом та майже повністю заповнена сполучною тканиною, визначається ріст епітелію (рис. 11).

Привертає увагу те, що в регенераторній тканині, поряд з розвитком судин, відмічається значна кількість лімфоцитів і макрофагів. Спостерігається також менше мікроорганізмів і лейкоцитів в центрі рани (рис. 12).

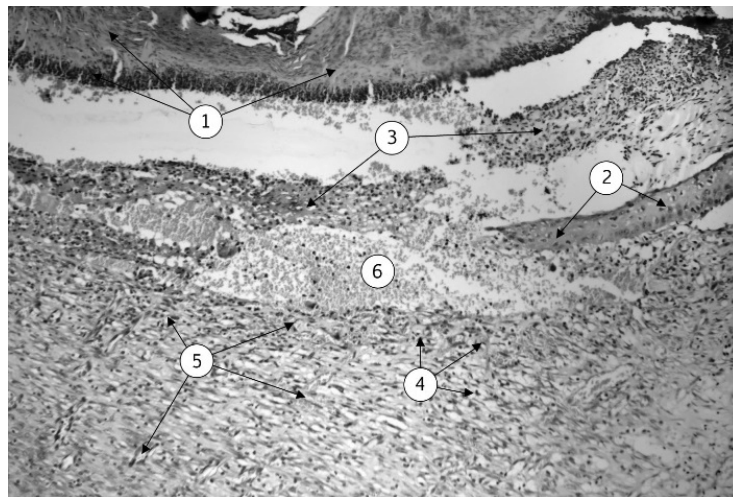


Рис. 8. 1 група, 14-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – рана, що покрита струпом; 2 – крайовий епітелій; 3 – гнійний вміст; 4 – новоутворена тканина з лейкоцитарною інфільтрацією; 5 – вертикальні та горизонтальні судини; 6 – крововиливи

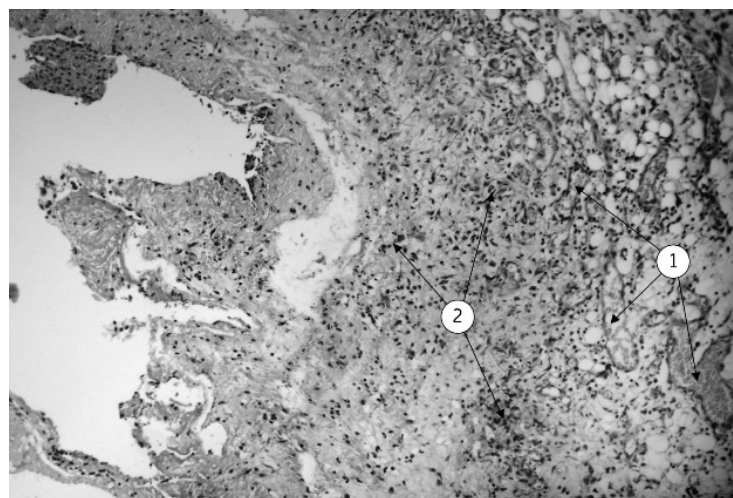


Рис. 9. 2 група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – добре розвинуті судини; 2 – багато лімфоцитів в рані

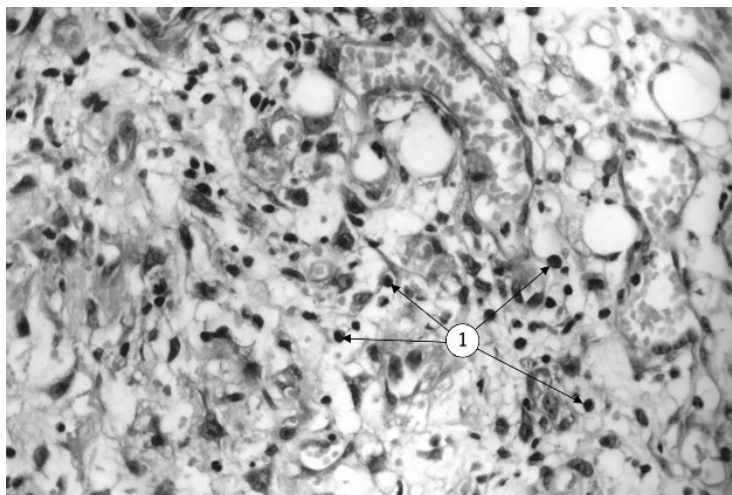


Рис. 10. 2 група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – регенераторна тканина з великою кількістю лімфоцитів

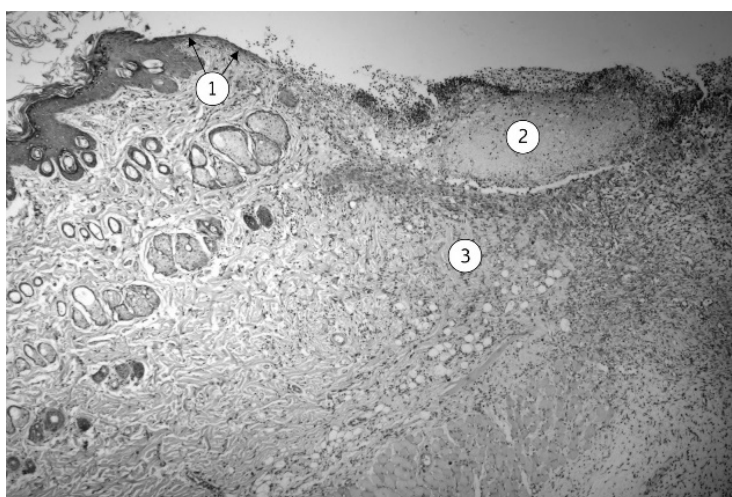


Рис. 11. 2 група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 50$ : 1 – ріст епітелію; 2 – краї рани, під струпом; 3 – сполучна тканина

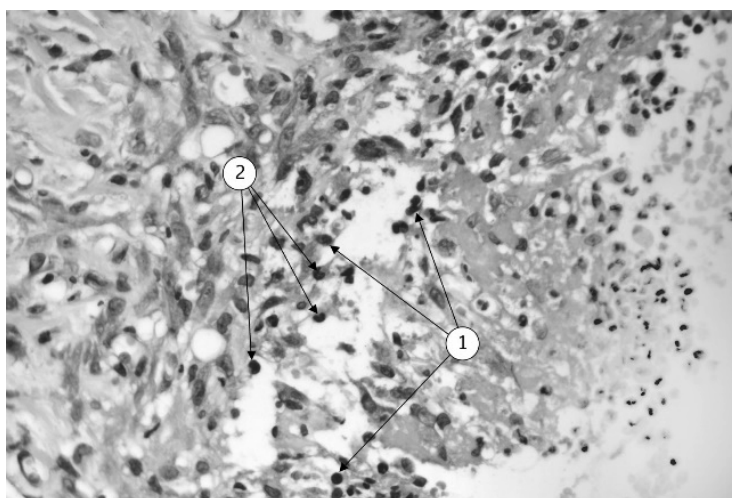


Рис. 12. 2 група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ . Опис в тексті

На 10-й день новоутворена тканина практично повністю заповнила дефект під струпом, причо-

му верхній шар рани інфільтрований лімфоцитами з макрофагами, при цьому практично не візуалі-

зуються мікроорганізми. Разом з тим, спостерігаються судини, що розташовані горизонтально під епітелієм, що свідчить про активність розвитку судинної сітки. Епітелій покриває грануляційну тканину не повністю (рис. 13).

Слід звернути також увагу й на те, що велика кількість лімфоцитів спостерігається також під новим епітеліальним покриттям (рис. 14).

На 14-й день експерименту у 2-й групі відбулася наступна картина. Сполучна тканина повністю заповнює рану, причому з повною регенерацією епітелію (рис. 15) та навіть дещо надлишково закриває рану, виступаючи над поверхнею шкіри. При цьому все ж таки у 2-х щурів була не повна регенерація епітелію, хоча сполучна тканина була сформована повністю, за виключенням не значного дефекту епітелію в  $0,07 \pm 0,008$  мм.

Привертає увагу й те, що епітелій, що покриває новоутворену тканину, представлений базаль-

ними та остистими шарами, а сама сполучна тканина – інфільтрована макрофагами та лімфоцитами (рис. 16).

Отже, порівняно із 1-ю групою, рановий процес у тварин 2-ї групи мав кращий перебіг, який полягав у більш швидшому очищенні рани, розвитку грануляційної і сполучної тканини та завдяки імуностимулюючій дії на рановий процес бластомунілу, який очевидно опосередковано стимулював збільшення лімфоцитів та макрофагоцитоз.

Характеризуючи мікрофото із 3-ї групи, слід сказати, що вже на 3-й день експерименту прослідковується активний початок регенерації, з наявністю повнокровних судини. При цьому рана покрита струпом. У регенераторній тканині є багато лімфоцитів, причому мікроорганізмів відносно небагато і вони розташовані по краям рани (рис 17).

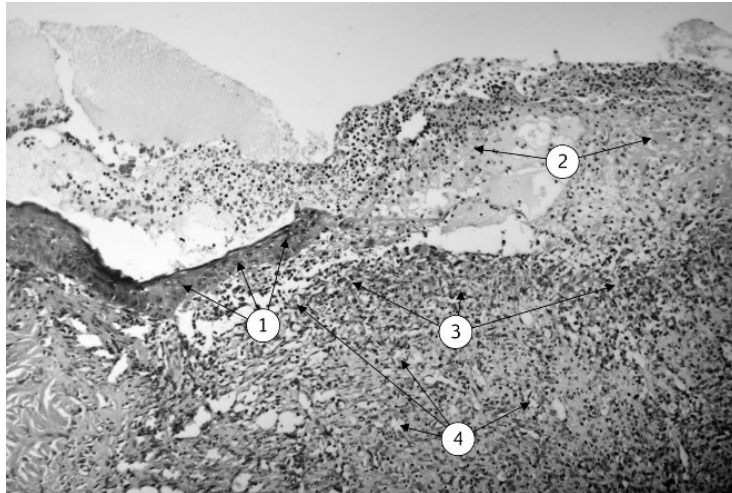


Рис. 13. 2 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – наростаючий епітелій; 2 – струп; 3 – верхній шар рани інфільтрований лімфоцитами; 4 – судини, що розташовані горизонтально під епітелієм

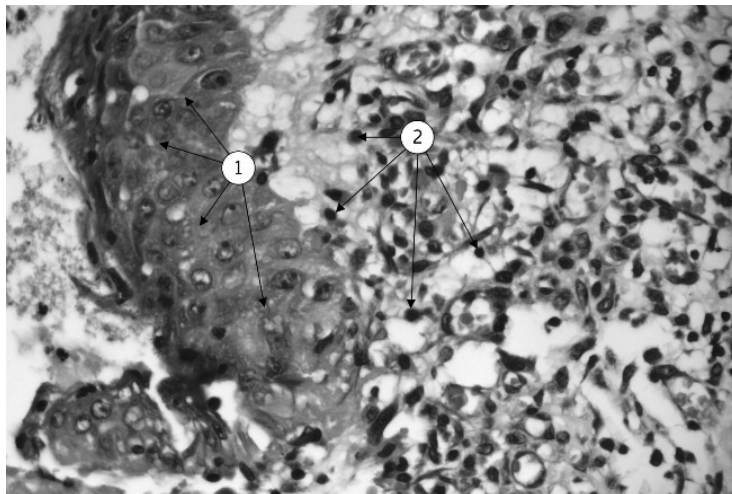


Рис. 14. 2 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – епітеліальний покрив; 2 – лімфоцити

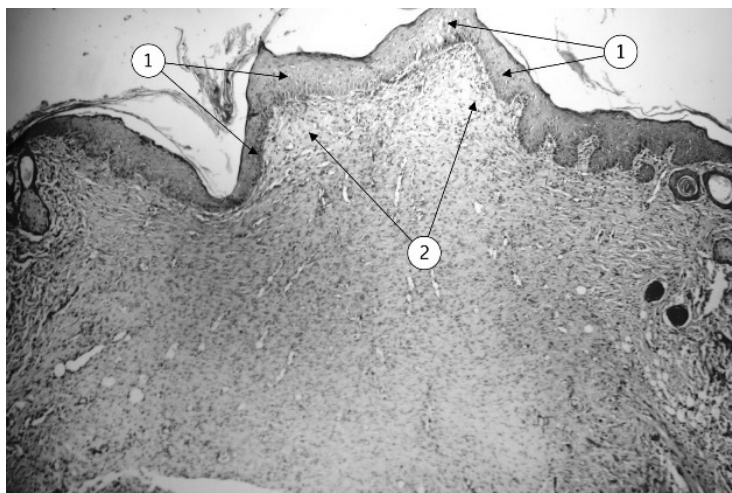


Рис. 15. 2 група, 14-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 50$ : 1 – повна епітелізація; 2 – новоутворена сполучна тканина; 3 – з деяким виступом над поверхню шкіри

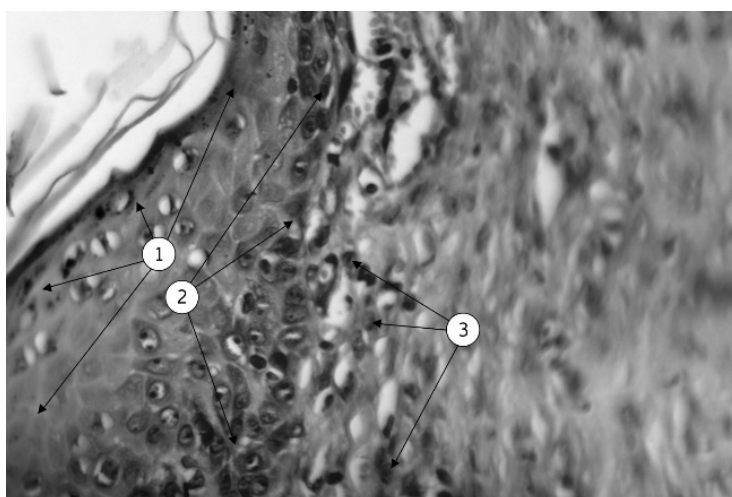


Рис. 16. 2 група, 14-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – остистий шар; 2 – епітелій, що представлений базальним шаром; 3 – сполучна тканина інфільтрована макрофагами та лімфоцитами

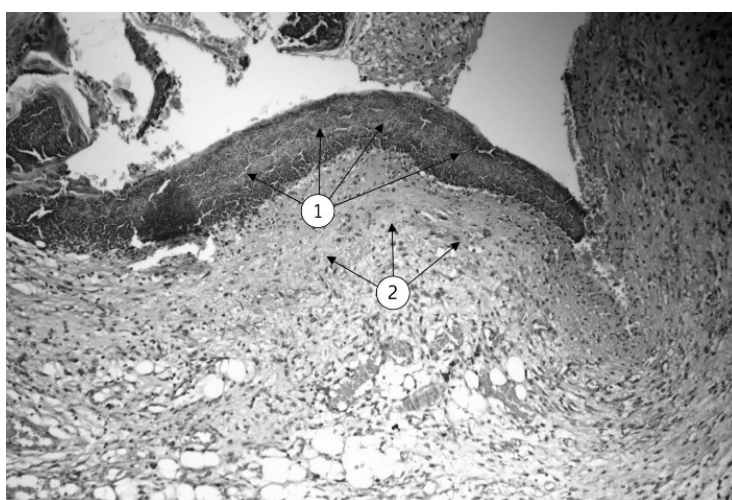


Рис. 17. 3 група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – рана покрита струпом; 2 – лейкоцитарний вал

Привертає увагу те, що активний рановий процес супроводжується великою кількістю лімфоцитів в регенераторній тканині, що, очевидно, є наслідком місцевого застосування бластомунілу



(рис. 18). Разом з тим регенераторні процеси активні у всіх ділянках рани, адже стрімко зі здорової сторони починає вростати «клином» новоутворений епітелій (рис. 19).

Процеси регенерації на 7-й день є активними. Хоча регенераторна тканина, поки що не повністю закриває дефект і знаходиться частково під струпом, відмічається виражений вертикальний ріст судин. У тих ділянках де є епітелій – виявляються

також і горизонтальні судини. У рані багато макрофагів та лімфоцитів. Рана заповнюється грануляційною тканиною, з епітеліальним покриттям до 0,18 мм (рис. 20, 21).

На 10-й день спостереження рана значно зменшилась в розмірах, її дефект заповнений регенераторною тканиною. Рана практично очищена. Мікроорганізмів не виявляється, хоча спостерігається лейкоцитарна інфільтрація (рис. 22).

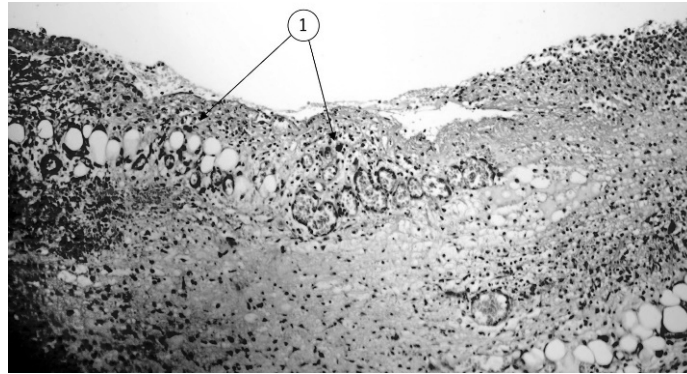


Рис. 18. 3 група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – регенераторна тканина покриває рану з великим вмістом лімфоцитів

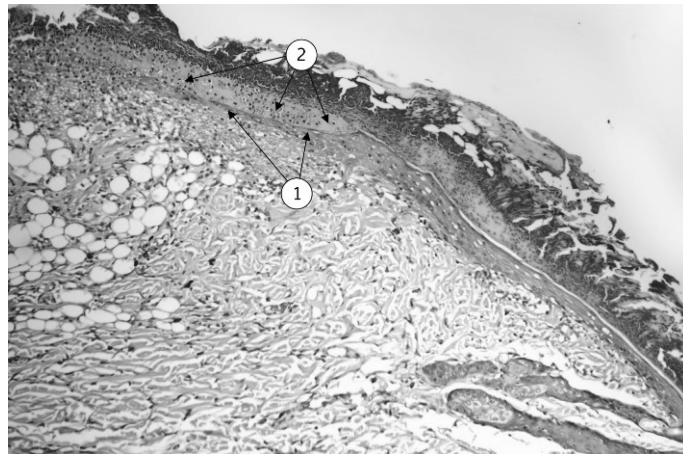


Рис. 19. 3 група, 3-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – епітелій по краю рани (0,09 мм), який вростає «клином»; 2 – струп

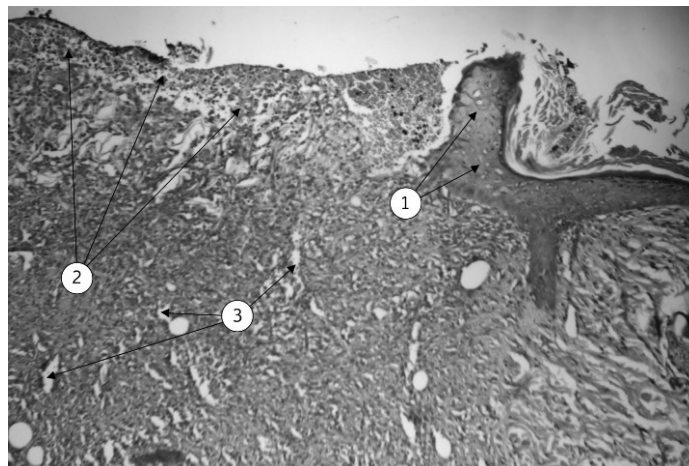


Рис. 20. 3 група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – епітелій по краям рани; 2 – рана заповнена сполучною тканиною, поверхня рани містить макрофаги та лімфоцити; 3 – судини

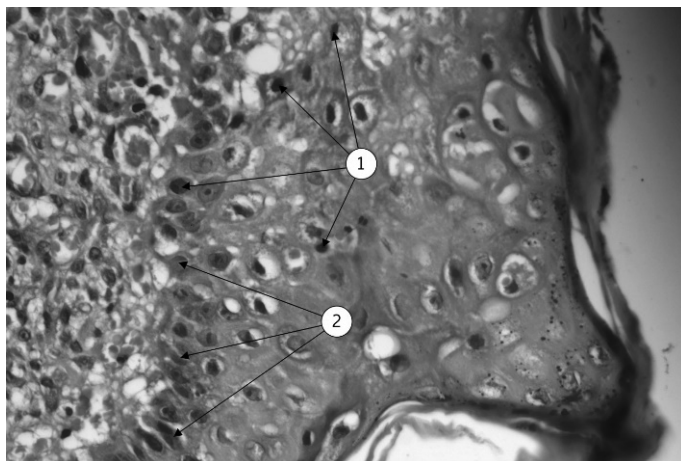


Рис. 21. 3 група, 7-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ ; 1 – під епітелієм – новоутворена сполучна тканина з наявністю лімфоцитів; 2 – фібробласти

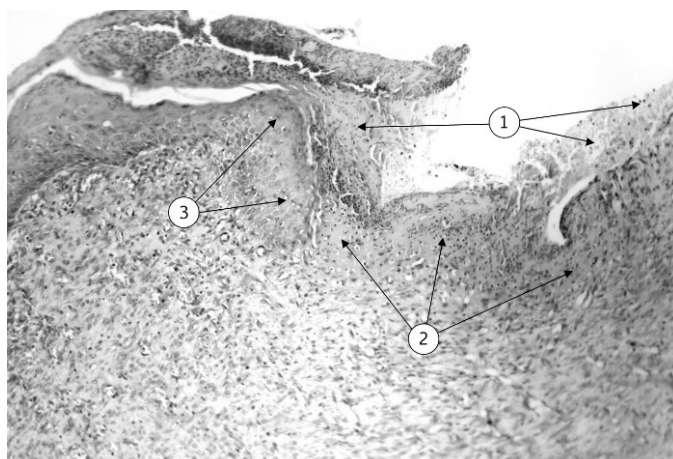


Рис. 22. 3 група, 10-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 100$ : 1 – струп; 2 – рана заповнена регенераторною тканиною; 3 – край епітелію (епітелій – 0,15 мм)

Цікаво, що на 14-й день експерименту новоутворена тканина заповнила рану повністю навіть дещо надлишково. Репаративні процеси знаходяться в стадії завершення, про що свідчить наявність епітелію, який повністю сформований (рис. 23) та пред-

ставлені всіма шарами. Привертає увагу й те, що в грануляційній тканині є багато макрофагів та лімфоцитів, що свідчить про посилений імунологічний компонент усього ранового процесу, який очевидно є наслідком місцевого застосування бластомунілу.

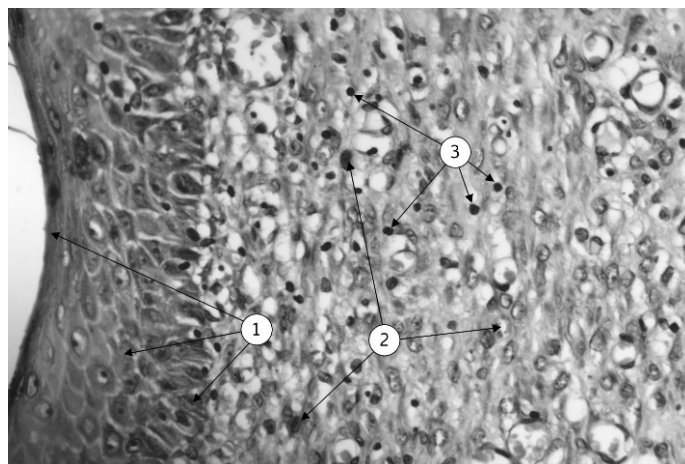


Рис. 23. 3 група, 14-й день. Фарбування гематоксилін-еозин. Збільшення  $\times 400$ : 1 – повністю сформований епітелій (видно, що представлені всі шари епітелію); 2 – в грануляційній тканині багато макрофагів; 3 – лімфоцити

Отже, за результатами морфологічного аналізу у тварин I-III груп слід сказати про те, що виявлено позитивну дію застосування бластомунілу, завдяки більш швидшому очищенню рани, зменшенню кількості мікробів за рахунок посилення збільшення лімфоцитів та макрофагів і більш швидшого регенераторного процесу із розвитком сполучної тканини та епітелізації рани. Причому при місцевому застосуванні бластомунілу цей процес був краще виражений ніж при внутрішньом'язовому використанні.

Отримані нами дані практично співпадають з тим, наша вроджена імунна система має безліч потужних антимікробних стратегій, які роблять її високоефективною в боротьбі з бактеріальними, грибковими та вірусними інфекціями. А існуюча думка про те, що місцеве лікування деякими імунomodulatoryми під час хірургічного втручання може мати терапевтичний ефект у боротьбі з рановою інфекцією, окремо або поєднано з профілактичними антибіотиками [6], співпадають з нашими результатами, що сприяє неспецифічній резистентності до експериментальної інфекції. Мабуть слід

також погодитись і з тим, що імунomodulatory на основі мурамілового пептиду також потенціюють дію антимікробних засобів, підвищуючи наприклад кількість лейкоцитів в периферійній крові [7], але це вже предмет наступних досліджень.

**Висновок.** За результатами експериментального дослідження використання імунomodulatory Бластомуніл виявлено позитивну дію його застосування, завдяки більш швидшому очищенню рани, зменшенню кількості мікроорганізмів внаслідок стимуляції збільшення лімфоцитів та макрофагів і більш швидшого регенераторного процесу із розвитком сполучної тканини та епітелізації рани. Причому при місцевому застосуванні бластомунілу цей процес був краще виражений ніж при внутрішньом'язовому використанні.

**Перспективи подальших досліджень.** Продовження вивчення можливостей потенціювання дії антимікробних засобів, а також експериментальне дослідження комбінованого застосування бластомунілу з антисептиками, дасть можливість подальшому розвитку наукового обґрунтування використання бластомунілу в клінічній практиці.

#### Список використаної літератури

1. Біляєва ОО, Дядик ОО, Заріцька ВІ, Крижевський ЄС. Морфологічні ознаки ефективності використання в лікуванні гнійних ран апікаційного сорбенту (експериментальне дослідження). *Morphologia*. 2020;14(4):7-15. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2020.4.7-15>.
2. Smit HJ. A five-level model for wound analysis and treatment. *Wounds UK*. Omnia Med Communications Ltd. 2018;4:41-6.
3. Lazaro JL, Izzo V, Meaume S, Davies AH, Lobmann R, Uccioli L. Elevated levels of matrix metalloproteinases and chronic wound healing: an updated review of clinical evidence. *J Wound Care*. 2016 May;25(5):277-87. doi: 10.12968/jowc.2016.25.5.277.
4. Аль Джехані Наїф Абдулела М. Особливості морфології хронічних ран за умов використання різних методик впливу на рановий процес. *Журнал «Перспективи та інновації науки»*. 2024;2(36):953-62. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2\(36\)-953-962](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2(36)-953-962).
5. Khimich SD, Rautskis VP. Morphological reasoning of the efficiency of application «Iruksan» in the experiment. *Reports of Morphology*. 2023;29(3):32-8. DOI: [https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2023-29\(3\)-05](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2023-29(3)-05).
6. Mahmud F, Roy R, Mohamed MF, Aboonabi A, Moric M, Ghoreishi K, et al. Therapeutic evaluation of immunomodulators in reducing surgical wound infection. *FASEB J*. 2022 Jan;36(1): e22090. doi: 10.1096/fj.202101019R.
7. O'Reilly T, Zak O. Enhancement of the effectiveness of antimicrobial therapy by muramyl peptide immunomodulators. *Clin Infect Dis*. 1992 May;14(5):1100-9. doi: 10.1093/clinids/14.5.1100.
8. Хіміч ОС, Рауцькіс ВП, Кривонос МІ. Санітарно-гігієнічні, деонтологічні та медико-правові засади успішної організації проведення експериментальної роботи на тваринах. *Public Health Journal*. 2023;4:77-84. DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.4.11>.

#### References

1. Bilyayeva OO, Dyadyk OO, Zarits'ka VI, Kryzhevs'kyu YEYE. Morfolohichni oznaky efektyvnosti vykorystannya v likuvanni hniynykh ran aplikatsiynoho sorbentu (eksperymental'ne doslidzhennya). *Morphologia*. 2020;14(4):7-15. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2020.4.7-15>. [in Ukrainian].

2. Smit HJ. A five-level model for wound analysis and treatment. *Wounds UK. Omnia Med Communications Ltd.* 2018;4:41-6.
3. Lazaro JL, Izzo V, Meaume S, Davies AH, Lobmann R, Uccioli L. Elevated levels of matrix metalloproteinases and chronic wound healing: an updated review of clinical evidence. *J Wound Care.* 2016 May;25(5):277-87. doi: 10.12968/jowc.2016.25.5.277.
4. Al' Dzhekhani Naif Abdulela M. Osoblyvosti morfolohiyi khronichnykh ran za umov vykorystannya riznykh metodyk vplyvu na ranovyy protses. *Zhurnal «Perspektyvy ta innovatsiyi nauky».* 2024;2(36):953-62. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2\(36\)-953-962](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-2(36)-953-962). [in Ukrainian].
5. Khimich SD, Rautskis VP. Morphological reasoning of the efficiency of application «Iruksan» in the experiment. *Reports of Morphology.* 2023;29(3):32-8. DOI: [https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2023-29\(3\)-05](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2023-29(3)-05).
6. Mahmud F, Roy R, Mohamed MF, Aboonabi A, Moric M, Ghoreishi K, et al. Therapeutic evaluation of immunomodulators in reducing surgical wound infection. *FASEB J.* 2022 Jan;36(1): e22090. doi: 10.1096/fj.202101019R.
7. O'Reilly T, Zak O. Enhancement of the effectiveness of antimicrobial therapy by muramyl peptide immunomodulators. *Clin Infect Dis.* 1992 May;14(5):1100-9. doi: 10.1093/clinids/14.5.1100.
8. Khimich OS, Rautskis VP, Kryvonos MI. Sanitarno-hihiyenichni, deontolohichni ta medyko-pravovi zasady uspishnoyi orhanizatsiyi provedennya eksperymental'noyi roboty na tvarynakh. *Public Health Journal.* 2023;4:77-84. DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.4.11>. [in Ukrainian].

#### MORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF THE MURAMYL PEPTIDE LEVEL IMMUNOMODULATOR IN THE TREATMENT OF INFECTED WOUNDS IN AN EXPERIMENT

**Abstract.** Topicality. To date, the issue of treating infected and purulent wounds has not yet been resolved, so the search for new means to improve the wound process is urgent. The purpose of the study: to carry out a morphological assessment of the effectiveness of the use of the immunomodulator Blastomunil in the treatment of infected wounds in an experiment. Material and methods. To evaluate the effectiveness of blastomunil, 3 research groups were formed, each with 10 rats. Wounds (1.5×1.5 cm) were made under anesthesia, and they were infected with 0.2 ml of a microbial mixture that included *S. Aureus* and *P. Aureginosa*. The first group was not treated. The II group of animals was treated from the 2nd day by a single intramuscular injection of 0.12 mg of blastomunil; The III group of animals was treated by local application of 0.12 mg blastomunil to the wound. To evaluate the morphological changes of the wound process of the animals, on the 3rd, 7th, 10th and 14th day, the animals under anesthesia were removed from the experiment. Prepared histopreparations. Microscopy and photography were carried out using a light microscope EUROMEX microscopes Holland IScope 1153-PLI under magnification of 50, 10 and 400 times. Results and discussion. According to the results of the morphological analysis, a positive effect of the use of Blastomunil was revealed, thanks to the faster cleaning of wounds, the reduction of the number of microbes due to the increased increase in lymphocytes and macrophages, and the faster regenerative process with the development of connective tissue and epithelization of the wound. Moreover, with local use of Blastomunil, this process was better expressed than with intramuscular use. Conclusion. The results of an experimental study show that when applied locally, the use of the immunomodulator Blastomunil contributes to faster wound cleansing, a reduction in the number of microorganisms due to the stimulation of the increase of lymphocytes and macrophages, and a faster regenerative process with the development of connective tissue and wound epithelization. With intramuscular use, positive changes are also observed, but they are somewhat less pronounced.

**Key words:** rats, infected wounds, wound process, immunostimulation, immunity, lymphocytes, blastomunil, microorganisms.

*Інформація про авторів:*

**Хіміч Олексій Сергійович** – старший викладач кафедри клінічної анатомії та оперативної хірургії Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова;

**Король Анатолій Петрович** – кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри гістології та ембріології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.

*Information about the authors:*

**Khimich Olexiy S.** – senior lecturer of the Department of Clinical Anatomy and Operative Surgery of National Pirogov Memorial Medical University Vinnytsya;

**Korol Anatoliy P.** – PhD, Associate Professor, Head of the Department of Histology and Embryology of National Pirogov Memorial Medical University Vinnytsya.

Надійшла 01.04.2024 р.  
Рецензент – проф. В. П. Польовий (Чернівці)