

doi.org/10.35339/ecd.2019.1-2.12-17
УДК 616.314-02:616.311-085

МЕХАНІЗМИ РЕМОДЕЛЮВАННЯ М'ЯКИХ ТКАНИН ПОРОЖНИНИ РОТА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

П.А. Гасюк, О.А. Краснокутський, А.Б. Воробець, Н.В. Гуда, С.О. Росоловська

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

На підставі аналізу сучасної літератури проведено узагальнення інформації щодо механізмів ремоделювання м'яких тканин порожнини рота після проведення хірургічних втручань. Пріоритетним напрямком в сучасній медичній практиці є розробка і використання таких методик і лікарських засобів, які поєднують в собі максимальну безпечність та високу біологічну активність по відношенню до тканин організму. Деякі науковці запропонували та впровадили у практичну медицину значну кількість методик, спрямованих на стимулювання до регенерації ясен і слизової оболонки порожнини рота після проведених оперативних втручань. Проведений аналіз літературних джерел та систематизація наявної інформації доводить актуальність подальшого вивчення особливостей механізмів ремоделювання м'яких тканин порожнини рота. Потреби сучасної щелепно-лицевої хірургії вимагають морфологічного підґрунтя для удосконалення існуючих та розробки нових методів лікування пацієнтів.

Ключові слова: регенерація, епітелізація, ремоделювання м'яких тканин, слизова оболонка.

Проблема оптимізації процесів репаративної регенерації м'яких тканин ротової порожнини є однією з актуальних питань сучасної стоматології, теоретичної та клінічної медицини [1].

Однією з проблем сучасної естетичної хірургії є ризик патологічного рубцювання в зоні оперативного втручання. Однак високі темпи розвитку естетичної медицини дають змогу застосовувати нові методи й технології для запобігання цій проблемі. За останні десятиліття, разом із розвитком медичної науки, значно збільшився обсяг інформації щодо причин та механізмів розвитку патологічного рубцювання.

При розгляді механізмів розвитку патологічних рубців неможливо оминути питання перебігу механізмів загоєння рани. Загоєння ран є природною відновлювальною відповіддю тканин на ураження.

Загоєння ран — це взаємовідносини низки складних клітинних реакцій, внаслідок яких відбувається відновлення поверхні, структури та механічного бар'єру ураженої ділянки. Даний процес є природною відновлювальною відповіддю тканин на ураження. Загоєння рани розпочинається безпосередньо після її нанесення і триває до остаточного ремоделювання рубця [2, 3].

Загоєння рани відбувається за законами репаративної регенерації, цей процес завершується формуванням рубцовозмінених тканин. Швидкість загоєння рани залежить від ступеня і глибини ушкодження, структурних особливостей органу, загального стану організму і методів лікування [3, 4].

Мета дослідження — проаналізувати дані вітчизняних та закордонних досліджень щодо механізмів ремоделювання м'яких тканин порожнини рота після проведення хірургічних втручань.

Результати

Загально визнаною проблемою пластичної та реконструктивної хірургії є патологічні рубці. Питання прогнозування якості і характеру майбутнього рубця залишається невирішеним у практичній медицині. Рубці являють собою природну реакцію організму у відповідь на пошкодження. Травми, поранення, оперативні втручання та деякі хронічні та інфекційні захворювання призводять до розвитку патологічних рубців [5, 6].

Відомо, що факторами, що провокують формування патологічних рубців, є надмірний натяг країв рани, набряк та інфікування. Внаслідок ішемії даної ділянки запускається механізм патологічного загоєння операційної рани [7, 8].

Під час розвитку патологічного рубцювання спостерігаються наступні морфологічні зміни: згладженість дермо-епідермальної лінії, гіперкератоз багаточарового плоского епітелію, в сітчастому шарі наявне розростання грубих склерозованих волокон, поодинокі судини та фібробласти [7, 8].

Основним аспектом у відновленні сполучної тканини є ритмічне чергування реакцій ацидозу та алкалозу, які відбуваються в умовах кислотно-лужного балансування. Також варто відмітити, що велике значення у відновленні сполучної тканини відіграє фермент

гіалуронідаза, який виробляється фібробластами. Гіалуронідаза має властивість розчиняти основну речовину сполучної тканини, завдяки чому стає можливим за допомогою ферментів звільнити акумульовані в матриксу ендотоксини [7, 9].

Деякі науковці запропонували та впровадили у практичну медицину технологію програмованого ремоделювання рубців. Згідно з вказаною методикою, обов'язковим є проведення внутрішньошкірних ін'єкцій антигомтоксичних препаратів безпосередньо навколо операційної рани, які скорочують тривалість набряку в тканинах [9, 10].

Під час використання технології програмованого моделювання відзначаються мінімальні прояви набряку в операційній рані в ранній післяопераційний період. При морфологічному дослідженні рубців після лікування виявляється виразна лінія дермо-епідермального з'єднання, велика кількість мітозів у базальній мембрані епідермісу, сітчастий шар дерми візуалізується васкуляризованою сполучною тканиною з невеликою кількістю грубоволокнистого колагену, значною кількістю фібробластів і фіброцитів. Усі ці ознаки свідчать про нормотрофічний характер сформованої рубцевої тканини [7].

Загоєння травматичних пошкоджень слизової оболонки порожнини рота здійснюється через розвиток запалення, формування добре вираженої грануляційної тканини з наступною її епітелізацією без утворення рубців.

Висока васкуляризація та інтенсивний метаболізм тканин ясен сприяють їх швидшому загоєнню і відновленню в порівнянні зі шкірою.

Стимуляція регенерації періодонтальних м'яких тканин є найважливішим завданням терапії захворювань слизової оболонки порожнини рота.

Деякі автори провели дослідження використання мінімально інвазивного мікрохірургічного методу на основі фракційного лазерного фототермолізу для ініціації регенерації ясен і слизової оболонки порожнини рота. В результаті проведеного дослідження встановлено, що мікроскопічні термічні рани у вигляді острівців ушкодження, оточених нормальною життєздатною тканиною, сприяють стимуляції регенерації, яка призводить до повного відновлення тканини без утворення рубця [11, 12].

В результаті проведеного авторами дослідження отримані дані, що свідчать про те, що на 28-му добу спостереження після одноразової процедури фракційним лазерним фототермолізом структура тканини майже повністю відновлюється, хоча відзначається невелике збільшення числа дрібних судин в субепітеліальному шарі і незначний набряк, ознак рубцювання за такої умови не виявляється. На 90-ту добу структура тканини повністю відновлюється: ознак дискератозу і спонгіозу в епітелії, а також ознак рубцювання в сполучній тканині не виявляється. Дослідниками встановлено, що одноразова фракційна обробка лазерним фототермолізом індукує регенерацію слизової оболонки порожнини рота [11, 12].

Пріоритетним напрямком в сучасній медичній практиці є розробка і використання таких методик і лікарських засобів, які поєднують в собі максимальну безпечність та високу біологічну активність по відношенню до тканин організму. За останні десятиліття широко у практичну діяльність впроваджені методики використання направленої тканинної регенерації. В даній методиці використовуються клітинні структури, які підвищують активність регенеративних процесів, — фібробласти, тромбоцитарна плазма [13–15].

Збагачена тромбоцитами і фібрином аутоплазма являється аутогенним джерелом факторів росту, яку отримують в результаті розподілу крові по градієнту щільності. Внаслідок вказаного розподілу тромбоцити виділяють особливі білки — фактори росту, які являють собою біологічно активні молекули поліпептидного походження [16, 17, 19, 28].

Рядом проведених досліджень вітчизняних та закордонних вчених встановлено, що збільшення рівня тромбоцитів в крові призводить до збільшення інтенсивності їх впливу на регенерацію тканин. Плазма, збагачена тромбоцитами, стимулює репаративні процеси, зменшуючи терміни епітелізації тканин. Фактори росту мають білкову природу, що попереджує виникнення мутагенних реакцій, тобто розвиток онкологічного процесу. Тому ін'єкції тромбоцитарної аутоплазми є безпечним та ефективним способом прискорення регенерації тканин, синтезу колагену, еластину, гіалуронової кислоти [13, 18, 19].

Аутоплазма, що містить тромбоцити, є нетоксичною і неімунореактивною, вона прискорює механізми регенерації завдяки наявності в тромбоцитах факторів росту. Перевагою використання аутоплазми, збагаченої тромбоцитами і фібрином, є відсутність ризику розвитку інфекційних захворювань та виникнення імуногенних реакцій [13, 19, 20].

В умовах сьогодення значна увага науковців приділяється вивченню властивостей хітину та його похідних. Цей біополімер є головним структурним елементом панциру ракоподібних і клітинних стінок мікроскопічних грибів. Одним із активних похідних хітину є хітозан та його модифікації. Хітозан володіє низьким рівнем токсичності, має високі сорбційні, антибактеріальні, імуномодулюючі, регенеративні, розсмоктуючі, антикоагулянтні властивості [21, 22].

При додаванні хітозану в комплекс препаратів, що традиційно використовуються для лікування післяопераційних ран, дослідники встановили, що проявляється більш виражений терапевтичний ефект [22, 23].

Препарат посилює макрофагальну реакцію, що свідчить про активацію фагоцитозу, що, в свою чергу, знижує рівень мікробного обмінення післяопераційної рани. Дослідниками встановлено, що на ранніх стадіях лікування препарати на основі хітозану сприяють зниженню рівня інтерстиціального набряку і забезпечують збалансовану адекватну рівновагу резорбтивних та формативних процесів в некротизованій тканині шляхом підвищення активності нейтрофілів та макрофагів, приско-

рення процесів утворення грануляційної тканини і мікросудин. А також сприяє утворенню регенерату, що за своїми морфологічними ознаками наближений до нормальної слизової оболонки з багат шаровим плоским епітелієм [21–23].

Деякі автори вивчили особливості епітелізації раневих поверхонь слизової оболонки ротової порожнини при використанні вказаного препарату. В результаті проведених досліджень встановлено, що використання хітозану на раневих поверхнях слизової оболонки ротової порожнини сприяє скороченню фази запалення та більш швидкому переходу у фазу регенерації, а відповідно це сприяє швидшому розвитку епітелізації ран [24, 25].

В зв'язку з цим автори рекомендують використовувати вказану методику після проведення вестибулопластичних операцій з вторинною епітелізацією раневих поверхонь з метою швидшого скорочення площі донорських ран та їх повної епітелізації.

Велике значення в процесах регенерації слизової оболонки ротової порожнини приймає епідермальний фактор росту EGF. Він являє собою глобулярний білок, що діє як сильний міоген на клітини ендодермального, ектодермального та мезодермального походження [24, 25].

Епідермальний фактор стимулює проліферацію ембріональних клітин і в комбінації з іншими цитокінами пришвидшує процеси заживлення ран і ангиогенезу.

Результати клінічних досліджень деяких авторів щодо використання епідермальних факторів росту для стимуляції заживлення ран, свідчать про те, що при лікуванні гострих ран терміни їх загоєння значно скорочуються [26, 27].

Деякі автори вивчили особливості регенерації слизової оболонки порожнини рота при проведенні пластики вільним ясенним трансплантантом з використанням сполук на основі перфторвуглеводів [27].

Проведене дослідження динаміки регенеративного процесу показує, що при використанні емульсії перфторвуглеводів приживлення епітеліального клаптя відбувається швидше. Трансплантований клапоть епітелію зберігає свою товщину завдяки збереженню кількості шарів епітеліальних клітин та їх структурної повноцінності. У випадку проведення трансплантації слизового клаптя без використання вказаних речовин виявляються атрофічні зміни епітеліальних клітин [27, 28].

В даний час триває пошук нових матеріалів і препаратів, що сприяють оптимізації фаз запалення і відновленню структурних елементів кістки і м'яких тканин. У зв'язку з цим в умовах травматичних ушкоджень щелепно-лицевої ділянки є виправданим застосування препаратів, що регулюють репаративні

гістогенези взаємодій про- і еукаріотичних клітин.

Саме контроль за процесами регенерації дозволяє отримати прогнозовані якісні результати лікування, знизити ризик можливих ранніх та пізніх ускладнень завдяки бажаному перебігу ранового процесу та формування рубців [29].

Багато пацієнтів з ураженням пародонтальним комплексом отримують комбіноване лікування, де основними є оперативні хірургічні втручання. Операції, що проводяться в ділянках мукогінгівального з'єднання і фіксованих ясен, мають широку післяопераційну ранову поверхню, яка потребує ретельного антисептичного супроводу протягом усього перебігу ранового процесу до повного його загоєння та контролю над формуванням рубцевої тканини [29, 30].

Ранові поверхні в порожнині рота постійно контактують із ротовою рідиною, їжею та іншими чинниками, що призводить до травмування та інфікування післяопераційних ділянок. Це спонукало науковців до пошуку захисних матеріалів для ранових ділянок у післяопераційний період, які б сприяли захисту прилеглих здорових ясен та повноцінно закривали рани, утворені в процесі оперативного втручання з приводу френулектомії, френулопластик, вестибулопластик, захищали маргінальний пародонт і сприяли адаптації та відновленню м'яких тканин, покривали лінії швів на ділянках післяопераційних втручань [29, 30].

С.В. Коломієць (2014) запропонував спосіб лікування хворих з ураженням тканин пародонта за допомогою адгезивної захисної ранової пов'язки, створеної з біотехнологічної високомолекулярної гіалуронової кислоти [29]. Даний спосіб лікування дозволяє усунути запальні зміни та застійні явища в м'яких тканинах порожнини рота, покращує мікроциркуляцію, змінює мікробну колонізацію порожнини рота без застосування антибіотиків, посилює природний захист ротової рідини, забезпечує оптимальні умови для регенерації тканин, сприяє загоєнню післяопераційних дефектів в коротші терміни, є ефективним способом профілактики можливих ускладнень після оперативних втручань у ділянках мукогінгівального з'єднання і фіксованих ясен із широкою післяопераційною рановою поверхню, яка потребує ретельного догляду протягом усього періоду загоєння.

Висновки

Провівши детальний аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури, ми визначили, що питання оптимізації механізмів ремоделювання м'яких тканин ротової порожнини та шляхів покращення процесів епітелізації залишаються повністю не вивченими і вимагають подальших наукових досліджень в даному напрямку.

Література

1. Особенности эпителизации раневых поверхностей после различных вестибулопластических операций при применении хитозана / И.А. Арсенова [и др.]. // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 2. – С. 132–135.
2. Харьков Л. В. Сучасні погляди на механізми розвитку патологічних рубців (огляд літератури) / Л. В. Харьков, Ю. О. Мочалов // Новини стоматології. – 2010. – № 1. – С. 9–14.

3. Miron R. J. Enamel matrix derivative, inflammation and soft tissue wound healing. / R. J. Miron, M. Dard, M. Weinreb // *J. Periodontal Res.* – 2015. – № 50 (5). – P. 555–569.
4. Пластична та реконструктивна хірургія / Д. С. Аветіков [та ін.]; за ред. Д.С. Аветікова. – Полтава, 2013. – 135 с.
5. T-lymphocytes attenuate dermal scarring by regulating inflammation, neovascularization, and extracellular matrix remodeling / X. Wang [et al.]. // *Adv. Wound. Care (New Rochelle).* – 2019. – № 8 (11). – P. 527–537.
6. Бардова К. О. Деякі аспекти лікування рубців / К. О. Бардова // *Дерматологія та венерологія.* – 2015. – № 1 (67). – С. 55–62.
7. Коркунда С. В. Програмоване ремоделювання рубців у реконструктивно-пластичній хірургії / С. В. Коркунда, Г. А. Олійник // *Дерматологія та венерологія.* – 2017. – № 1 (75). – С. 46–52.
8. Direct and Indirect Roles of Macrophages in Hypertrophic Scar Formation / Y. Feng [et al.]. // *Front Physiol.* – 2019. – № 10. – P. 1101.
9. Peri-implant bone defects: A 1-year follow-up comparative study of use of hyaluronic acid and xenografts / O. A. Kaya, M. Muglali, D. Torul, I. Kaya // *Niger. J. Clin. Pract.* – 2019. – № 22 (10). – P. 1388–1395.
10. Hyaluronic acid as adjunctive to non-surgical and surgical periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis / M. Eliezer [et al.]. // *Clin Oral Investig.* – 2019. – № 23 (9). – P. 3423–3435.
11. Гистологический ответ слизистой оболочки на фракционный лазерный фототермолиз / Н. Д. Гладкова, Ф. И. Фельдштейн, М. М. Карабут и др. // *СТМ.* – 2012. – № 3. – С. 7–11.
12. Therapeutic effect of exogenous ghrelin in the healing of gingival ulcers is mediated by the release of endogenous growth hormone and insulin-like growth factor-1 / J. Cieszkowski [et al.]. // *J. Physiol Pharmacol.* – 2017. – № 68 (4). – P. 609–617.
13. Немедикаментозные методы лечения эрозивно-язвенных поражений полости рта (обзорная статья) / Ю. А. Македонова, И. В. Фирсова, О. Ю. Афанасьева, Ю. М. Федотова // *Волгоградский научно-медицинский журнал.* – 2016. – № 1. – С. 8–10.
14. Promoting tissue regeneration by modulating the immune system / Z. Julier, A. J. Park, P. S. Briquez, M. M. Martino // *Acta Biomater.* – 2017. – № 53. – P. 13–28.
15. Histological evaluation of the effects of growth factors in a fibrin network on bone regeneration / S. Cakir [et al.]. // *J. Craniofac. Surg.* – 2019. – № 30 (4). – P. 1078–1084.
16. Platelet-rich plasma combined with demineralized freeze-dried bone allografts for periodontal regeneration in the treatment of periodontal defects: a meta-analysis / T. Hu [et al.]. // *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* – 2018. – № 27 (5). – P. 546–553.
17. Limitations and options using resorbable versus nonresorbable membranes for successful guided bone regeneration / N. K. Soldatos [et al.]. // *Quintessence Int.* – 2017. – № 48 (2). – P. 131–134.
18. Sclafani A. P. Platelet-rich fibrin matrix for facial plastic surgery / A. P. Sclafani, M. Saman // *Facial. Plast. Surg. Clin. North. Am.* – 2012. – № 20 (2). – P. 177–186.
19. Sclafani A. P. Stem cells and molecular advances in the treatment of facial skin / A. P. Sclafani // *Facial. Plast. Surg. Clin. North. Am.* – 2013. – № 21 (1). – P. 77–80.
20. Histological evaluation of the effects of growth factors in a fibrin network on bone regeneration / S. Cakir [et al.]. // *J. Craniofac Surg.* – 2019. – № 30 (4). – P. 1078–1084.
21. A comprehensive review of advanced biopolymeric wound healing systems / N. Mayet [et al.]. // *J. Pharm. Sci.* – 2014. – № 103 (8). – P. 2211–2230.
22. Pop M. A. Biomaterials: A potential pathway to healing chronic wounds? / M. A. Pop, B. D. Almquist // *Exp. Dermatol.* – 2017. – № 26 (9). – P. 760–763.
23. Construction of vascularized oral mucosa equivalents using a layer-by-layer cell coating technology / K. Nishiyama, T. Akagi, S. Iwai, M. Akashi // *Tissue Eng. Part C: Methods.* – 2019. – № 25 (5). – P. 262–275.
24. Clinical outcomes after the use of complete autologous oral mucosa equivalents: preliminary cases / I. Pena [et al.]. // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* – 2012. – № 113 (5). – P. 4–11.
25. An infrequent clinical case of mucosal fenestration: Treated with an interdisciplinary approach and regenerative therapy / Z. Jafri, N. Sultan, N. Ahmad, A. Daing // *J. Indian. Soc. Periodontol.* – 2019. – № 23 (2). – P. 168–171.
26. Влияние факторов роста на регенерацию слизистой оболочки полости рта в условиях экспериментального диабета / М. М. Звигинцева [и др.]. // *Сибирский медицинский журнал.* – 2007 – № 1. – С. 52–55.
27. In vivo evaluation of an electrospun gelatin nonwoven mat for regeneration of epithelial tissues / S. Strassburg [et al.]. // *J. Biomed. Mater. Res. A.* – 2019. – № 107 (8). – P. 1605–1614.
28. Особенности регенерации слизистой оболочки полости рта при пластике свободным десневым трансплантатом / Е. А. Дурново [и др.]. // *Медицинский альманах.* – 2011. – № 4 (17). – С. 173–176.
29. Коломієць С. В. Контроль перебігу ранового процесу при оперативних втручаннях у ділянці мукогінгивального з'єднання і фіксованих ясен / С. В. Коломієць // *Український стоматологічний альманах.* – 2014. – № 3. – С. 28–31
30. Bhattacharya D. Development of nanotechnology for advancement and application in wound healing: a review / D. Bhattacharya, B. Ghosh, M. Mukhopadhyay // *IET Nanobiotechnol.* – 2019. – № 13 (8). – P. 778–785.

П.А. Гасюк, А.А. Краснокутский, А.Б. Воробец, Н.В. Гуда, С.А. Росоловская

МЕХАНИЗМЫ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПОЛОСТИ РТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

На основании анализа современной литературы проведено обобщение информации о механизмах ремоделирования мягких тканей полости рта после проведения оперативных вмешательств. Приоритетным направлением в современной медицинской практике является разработка и использование таких методик и лекарственных средств, которые сочетают в себе максимальную безопасность и высокую биологическую активность по отношению к тканям организма. Ряд ученых предложили и внедрили в практическую медицину значительное количество методик, направленных на стимуляцию к регенерации десен и слизистой оболочки полости рта после проведенных оперативных вмешательств. Проведенный анализ литературных источников и систематизация имеющейся информации доказывает актуальность дальнейшего изучения особенностей механизмов ремоделирования мягких тканей полости рта. Потребности современной челюстно-лицевой хирургии требуют морфологического основания для усовершенствования существующих и разработки новых методов лечения пациентов.

Ключевые слова: регенерация, эпителизация, ремоделирование мягких тканей, слизистая оболочка.

P.A. Hasiuk, O.A. Krasnokutskiy, A.B. Vorobets, N.V. Huda, S.O. Rosolovska

MECHANISMS OF REMODELING ORAL SOFT TISSUES (LITERATURE REVIEW)

Based on the analysis of modern literature, a systematization of information of the soft tissues of the oral cavity remodeling mechanisms after surgical interventions was carried out. Priority area in modern medical practice is the development and use of such methods and drugs that combine maximum safety and high biological activity in relation to body tissues.

A number of scientists have proposed and introduced into practical medicine the technology of programmed scar remodeling. According to this technique, injections of antihomotoxic substances directly around the surgical wound are required, which reduce the duration of edema in the tissues.

A number of authors have studied the use of a minimally invasive microsurgical method based on fractional laser photothermolysis to initiate the regeneration of gums and oral mucosa. As a result of the study, it was found that microscopic thermal wounds in the form of damage islands surrounded by normal viable tissue contribute to stimulation of regeneration, which leads to complete restoration of the tissue without scar formation.

Recently, methods of using directed tissue regeneration have been widely introduced into practice.

In this technique, cellular structures are used that increase the activity of regenerative processes - fibroblasts, platelet plasma.

Great importance in the processes of regeneration of the oral mucosa has the epidermal growth factor EGF. It is a globular protein, acts like a strong mitogen on cells of endodermal, ectodermal and mesodermal origin. The epidermal factor stimulates cell proliferation and, in combination with other cytokines, is a factor that accelerates wound healing and angiogenesis.

For the treatment of patients with periodontal tissue damage, a number of scientists have proposed a method for using an adhesive protective wound cover created with biotechnological high molecular weight hyaluronic acid.

Thus, the analysis of literary sources and the systematization of the available information proves the relevance of further studying the features of the mechanisms of remodeling of soft tissues of the oral cavity. Needs of modern maxillofacial surgery requires morphological study for improvement of existing and development of new treatments for patients.

Key words: regeneration, epithelization, soft tissue remodeling, oral mucosa.

Контактна інформація

Гасюк Петро Анатолійович – професор, завідувач кафедри ортопедичної стоматології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Адреса: 46001, Україна, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

Тел.: +380961445444

E-mail: gasiukpa@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2915-0526>

Краснокутський Олександр Анатолійович – аспірант кафедри ортопедичної стоматології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Адреса: 46001, Україна, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

Тел.: +380677866980

E-mail: krasnokutskyy@tdmu.edu.ua

Воробець Анна Богданівна – асистент кафедри ортопедичної стоматології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Адреса: 46001, Україна, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

Тел.: +380968783459

E-mail: vorobecab@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4119-7896>

Гуда Наталія Володимирівна – ТОВ «Інститут біомедичних технологій»

Адреса: 46001, Україна, м. Тернопіль, вул. Січових Стрільців, 8А

Тел.: +380672086949

E-mail: tov.ibt@gmail.com

Росоловська Світлана Олексіївна – доцент кафедри ортопедичної стоматології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Адреса: 46001, Україна, м. Тернопіль, майдан Волі, 1

Тел.: +380972254844

E-mail: rosolovska@tdmu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4768-3905>