



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор ЗВО

Вінницького національного медичного
університету ім. М.І. Пирогова

д.мед.н., професор

Вікторія ПЕТРУШЕНКО

«23» 04 2026 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бондаренка Дмитра Вадимовича на тему: «Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)», що представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина»

Комісія створена на засіданні кафедри травматології та ортопедії, протокол №14 від 14.04.2026 р. у складі: Фіщенко Володимира Олександровича, доктора медичних наук, професора, завідувача кафедри травматології та ортопедії, штатного співробітника ВНМУ ім. М.І. Пирогова (голова), рецензентів Танасієнка Павла Васильовича, доктора медичних наук, професора, професора ЗВО кафедри хірургії №1 з курсом урології, штатного співробітника ВНМУ ім. М.І. Пирогова; Яремина Станіслава Юрійовича, кандидата медичних наук, доцента, доцента ЗВО кафедри травматології та ортопедії, штатного співробітника ВНМУ ім. М.І. Пирогова, проаналізувала результати виконання здобувачем ступеня доктора філософії, аспірантом кафедри травматології та ортопедії ВНМУ ім. М.І. Пирогова Бондаренком Дмитром Вадимовичем освітньо-наукової програми, індивідуального плану

наукових досліджень, ознайомилась з текстом дисертації, опублікованими науковими статтями, тезами, деклараційним патентом на корисну модель за темою дисертації, висновками комітету з біоетики Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (протокол № 3 від 12.03.2024 та протокол № 3 від 04.03.2026), а також заслухала доповідь здобувача у вигляді публічної презентації дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри травматології та ортопедії та відповіді здобувача на запитання учасників наукового зібрання.

Актуальність обраної теми дисертації.

В умовах сучасної війни ампутація посідає одне з провідних місць серед стійких наслідків бойових уражень кінцівок, що обумовлено різноманіттям і вибуховою потужністю зброї, незахищеністю нижніх кінцівок та затримками евакуації поранених з накладеними джгутами. В російсько-українській війні у 2023 році частота ампутацій нижніх кінцівок в Україні була на рівні Першої світової війни. В зв'язку з цим зросла потреба у глибокому вивченні факторів, що впливають на результати ампутацій, оскільки відсоток повторних втручань сягає 50. Не дивлячись, на організовану етапність надання допомоги та налагоджену систему реабілітації через певні терміни після ампутацій та ревізійних втручань виникають ранні чи пізні ускладнення, пов'язані з ремоделюванням і адаптацією кукси до нових умов функціонування. Враховуючи молодий вік бувші військовослужбовці швидко освоюють протез і повертаються в стрій для продовження військової служби, активного трудового процесу чи спорту, що вимагає значних функціональних навантажень. У зв'язку з порушенням техніки операції, атрофією м'яких тканин, дефектами протезування з часом виявляються хвороби і вади кукс у вигляді больового синдрому та різних патологічних станів кісткової тканини. Від больового синдрому потерпають 82%, а анатомічних ускладнень – 51% ампутуваних.

На сьогодні відсутні цілеспрямовані дослідження особливостей ремоделювання кукси кістки. Відомі клінічні роботи носять фрагментарний

характер, обмежуються констатацією втрати кісткової тканини, не відображають сутності процесів ремоделювання і не пропонують шляхи їх можливого покращення. Поодинокі експериментальні дослідження регенерації і формування ампутаційних кукс [2/S] висвітлюють ці процеси в куксі кістки в спокої. Але кукса – функціональний орган, призначенням якого є забезпечення опори і ходьби з ударними навантаженнями. Ці навантаження поступають на основну опорну тканину – кістку, яка в нормі динамічно ремоделюється протягом життя. Згадуваний процес руйнування-реконструкції може змінити та реорганізувати кісткову тканину кукси так, що її мікроструктури будуть змушені по-різному реагувати на механічні навантаження. В ампутаційній хірургії до цього часу існує емпіричний підхід до термінів початку навантажень кукси, їх величини та тривалості. Як і при лікуванні переломів перед хірургами та реабілітологами після ампутацій постають, здавалось би, несумісні завдання забезпечення спокою та недопущення порушення ремоделювання. Цілком зрозумілим є бажання забезпечити максимально можливе навантаження на куксу. Однак до цього часу не визначені оптимальні терміни початку навантажень, їх сила та режими. Залишається не дослідженим питання необхідності закриття під час ампутації кістково-мозкового каналу і його можливого впливу на васкуляризація та ремоделювання кукси кістки при навантаженнях. Не вивчені особливості формування стресових переломів кукси кістки та їх загоєння. Згідно даних [25/1, 58] частота повторних операцій на куксі кістки після травматичних ампутацій становила 41,9-48,8 %, що також свідчить про необхідність поглибленого дослідження особливостей ремоделювання кісткової тканини кукси та способів його покращення. У зв'язку з цим вивчення означених питань є актуальним, має наукове, практичне та соціально-економічне значення.

Враховуючи викладене, дисертаційне дослідження Бондаренка Дмитра Вадимовича «Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного і негерметичного закриття кістково-мозкового каналу під час

ампутації (експериментально-клінічне дослідження)» є своєчасним і актуальним як в теоретичному, так і практичному сенсі.

Наукова обґрунтованість отриманих результатів, наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації та відповідності темі дисертації.

Робота в цілому подана, як самостійне наукове дослідження, присвячене розкриттю морфологічних аспектів ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси кістки. Вона виконана на високому науково-практичному рівні і базується на достатній для вирішення поставлених завдань кількості експериментальних та клінічних досліджень.

Методи досліджень, що використані в роботі, є сучасними, інформативними і адекватними поставленим завданням. У відповідності до завдань в експериментальному розділі відображені результати гістологічних та морфометричних досліджень репаративного остеогенезу, мікроциркуляції та ремоделювання кісткової тканини в залежності від величини, тривалості і режимів механічного навантаження в умовах герметичного і негерметичного закриття кістковомозкового каналу під час операцій, проведених на 51 лабораторній тварині. В клінічному розділі представлені результати клінічних, рентгенологічних, денситометричних, МРТ, гістологічних та статистичних досліджень 57 пацієнтів з ампутаційними куксами нижніх кінцівок.

Статистичну обробку даних виконували за допомогою стандартних методів описової та порівняльної статистики. Неперервні показники наведені як середнє значення та стандартне відхилення ($M \pm SD$). Динаміку показників у межах групи (6 та 12 місяців) оцінювали за допомогою парного t-тесту ($p < 0,05$).

Для порівняння незалежних груп застосовували непараметричний тест Краскала-Волліса з подальшим постхок аналізом тестом Манна-Уїтні. Категоріальні дані з малими очікуваними частотами аналізували за допомогою точного тесту Фішера.

Взаємозв'язок між локальними змінами BMD та інтегральними рентгенологічними показниками (ІРІ) визначали за допомогою коефіцієнтів кореляції Пірсона (r) для даних з нормальним розподілом та Спірмена (ρ) для ненормальних. Статистично значущими вважали зв'язки при $p < 0,05$. Для оцінки одночасного впливу клінічних та хірургічних факторів на динаміку BMD та ІРІ застосовували множинну лінійну регресію з розрахунком коефіцієнтів регресії, стандартних помилок та p -значень. Відповідність моделі оцінювали за множинним коефіцієнтом кореляції (R), коефіцієнтом детермінації (R^2), нормованим R^2 та F -тестом (ANOVA).

Вплив окремих факторів на динаміку BMD та ІРІ оцінювали за допомогою одно- та багатофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для визначення частки варіабельності залежної змінної, пояснюваної незалежними факторами.

Статистична обробка первинного цифрового матеріалу проведена коректно, підтверджена статистична значимість отриманих результатів. Назва дисертації відповідає її змісту. Основні наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться в дисертації, науково обґрунтовані, базуються на фактичних даних і є логічним підсумком отриманих результатів досліджень.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 17 наукових працях. До основних публікацій відносяться: 1 стаття у фаховому виданні України; 3 статті у фахових виданнях України, віднесені до міжнародної наукометричної бази Scopus; 2 статті у зарубіжних фахових виданнях віднесені до міжнародної наукометричної бази Scopus. Серед наукових праць, які додатково відображають у зарубіжних фахових виданнях віднесені до міжнародної наукометричної бази Scopus є 2 статті.

Опубліковано 4 деклараційні патента на корисну модель та 5 тез у матеріалах науково-практичних конференцій з міжнародною участю. Результати дослідження презентувались на 11 науково-практичних конференціях професійного напрямку, що дозволило впровадити їх у навчальний та лікувальний процес.

Публікації за темою дисертації з особистим внеском здобувача:

- наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Shevchuk, V.I., Bezsmertnyi, Y.O., Branitsky, O.Y., Bondarenko, D.V., Bezsmertnyi, O.Y. (2024) Remodeling of the Fibula Stump After Transtibial Amputation. *Orthopedic Research and Reviews*, 16, 153-162. DOI: 10.2147/ORR.S459927 (**Видання Нової Зеландії. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач брав участь в підборі клінічного матеріалу, його аналізі і підготував статтю до друку)

2. Shevchuk, V.I., Bezsmertnyi, Y.O., Yankai Jiang, Branitsky, O.Y., Bezsmertna, H.V., Bondarenko, D.V. (2024) Vascularization of a bone stump. *Medicinski Glasnik (Zenica)*, 21(1), 214-221. doi: 10.17392/1677-23 (**Видання Боснії і Герцеговини. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач виконав експериментальні дослідження, зробив аналіз матеріалу, готував статтю до друку)

3. Бондаренко, Д.В., Безсмертний, Ю.О., Шевчук, В.І. (2025) Ремоделювання кукси кістки під впливом механічного навантаження. *Травма*, 26(6), 426-436. DOI: 10.22141/1608-1706.6.26.2025.1057 (**Фахове видання України. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач розробив дизайн дослідження, виконав оперативні втручання, провів механічні навантаження, зібрав матеріали, провів аналіз матеріалу, підготував статтю до друку)

4. Bezsmertnyi, Y.O., Bondarenko, D.V., Shevchuk, V.I., Branitsky, O.Y. (2025) The role of mechanical stress and local vascular thrombosis in the formation of stress fracture of bone stump (experimental research). *Вісник морфології*, 31(4), 42-50. DOI: [doi.org/10.31393/morphology-journal-2025-31\(4\)-06](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2025-31(4)-06). (**Фахове видання України. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач виконав експериментальні дослідження, розробив дизайн дослідження, приймав участь в аналізі матеріалу)

5. Бондаренко, Д.В., Безсмертний, Ю.О., Шевчук, В.І., Безсмертна, Г.В., Бурлака, Р.В. (2025) Ремодельовання кукси кістки під впливом різних режимів механічного навантаження. *Морфологія*, 19(4), 19-29. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2025.4.19-29> (**Фахове видання України**) (Здобувач виконав експериментальні дослідження, розробив дизайн дослідження, приймав участь в аналізі матеріалу)

6. Безсмертний, Ю.О., Бондаренко, Д.В., Шевчук, В.І., Безсмертна, Г.В., Браніцький, О.Ю. (2026) Стресові переломи кісток ампутаційних куек нижніх кінцівок: клініко-рентгенологічні та морфологічні особливості. *Травма*, 27(1), 48-60. DOI: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.27.2026.1066> (**Фахове видання України. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач провів рентгенологічні та денситометричні дослідження, зібрав матеріал, зробив його аналіз, підготував статтю до друку)

- наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

7. Bezsmertnyi, Y.O., Bondarenko, D.V., Shevchuk, V.I., Bezsmertna, H.V. (2024) Bilateral Stress Fractures of Amputated Tibial Stumps in the Setting of Chronic Compartment Syndrome. *Orthopedic Research and Reviews*, 16, 273-281. DOI: 10.2147/ORR.S485472 (**Видання Нової Зеландії. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач приймав участь в аналізі літератури та підготовці статті до публікації)

8. Bezsmertnyi, Y.O., Shevchuk, V.I., Branitsky, O.Y., Bezsmertnyi, O.Y., Bondarenko, D.V. (2026) Reconstruction of a short tibia stump after forced shortening with subsequent lengthening using the Ilizarov method. *Medicinski Glasnik (Zenica)*, 23(1), 191-195. <https://doi.org/10.17392/2041-23-01> (**Видання Боснії і Герцеговини. Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus**) (Здобувач виконав дизайн дослідження, приймав участь у виконанні операції, підготував статтю до друку)

9. Патент на корисну модель № 154739, Україна. Спосіб прогнозування стресового перелому кісток кукси після ампутації кінцівки / Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В. заявник та патентовласник Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова. – № у 202301758, 17.04.2023. Бюлетень № 50, 13.12.2023.

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1775412/> (Здобувач брав участь в аналізі наукової літератури, обґрунтуванні актуальності розробки та підготовці матеріалів для отримання патенту на корисну модель)

10. Патент на корисну модель № 155097, Україна. Спосіб прогнозування стресового перелому кісток кукси після ампутації кінцівки / Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В. заявник та патентовласник Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова. – № у 202302353, 17.05.2023. Бюлетень № 3, 17.01.2024.

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1780393/> (Здобувач брав участь в аналізі наукової літератури, обґрунтуванні актуальності розробки та підготовці матеріалів для отримання патенту на корисну модель)

11. Патент на корисну модель № 155961, Україна. Спосіб прогнозування стресового перелому кісток кукси після ампутації кінцівки / Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В. заявник та патентовласник Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова. – № у 202301751, 17.04.2023. Бюлетень № 17, 24.04.2024.

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1796646/> (Здобувач брав участь в аналізі наукової літератури, обґрунтуванні актуальності розробки та підготовці матеріалів для отримання патенту на корисну модель)

12. Патент на корисну модель № 154736, Україна. Спосіб прогнозування стресового перелому кісток кукси після ампутації кінцівки / Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В. заявник та патентовласник Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова. – № у 202301754, 17.04.2023. Бюлетень № 50, 13.12.2023.

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1775464/> (Здобувач брав участь в аналізі наукової літератури, обґрунтуванні актуальності розробки та підготовці матеріалів для отримання патенту на корисну модель)

- наукові праці, які засвідчують апробацію дисертації:

13. Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В. Використання адитивних технологій в оперативній ортопедії // *Матеріали НПК "Перспективи розвитку машинобудування та транспорту-2023"*, ВНТУ Вінниця, 2023. С. 92-94. **(Тези)** (Здобувач розробив дизайн, провів збір матеріалу, аналіз, написав і підготував публікацію до друку)

14. Безсмертний Ю.О., Козловський Ю.К., Бондаренко Д.В., Браніцький О.Ю., Гомон М.Л. Застосування комбінованих анестезій під час операцій хворих травматологічного профілю. *VII Подільська всеукраїнська міждисциплінарна НПК з міжнародною участю "Стан невідкладної допомоги, інтенсивної терапії, анестезіології в 2023 році"* Вінниця, 2023. С. 21-23. **(Тези)** (Здобувач зібрав матеріал, провів його аналіз, підготував статтю до друку)

15. Bezsmertnyi Y.O., Shevchuk V.I., Branitsky O.Y., Bondarenko D.V., Bezsmertna H.V. Molecular and genetic predictors of impaired reparative regeneration of long bones. *Матеріали конференції "Актуальні проблеми ортопедії та травматології"* Ювілейний збірник. Харків, 2024. С. 24-34. **(Тези)** (Здобувач розробив дизайн дослідження, виконав аналіз матеріалу, підготував статтю до друку)

16. Безсмертний Ю.О., Шевчук В.І., Бондаренко Д.В., Безсмертна Г.В. Особливості ремоделювання кукси малогомілкової кістки після транстібіальної ампутації. *Матеріали конференції "Актуальні проблеми ортопедії та травматології"* Ювілейний збірник. Харків, 2024. С. 15-23. **(Тези)** (Здобувач розробив дизайн, провів збір матеріалу, аналіз, написав і підготував публікацію до друку)

17. Bondarenko D.V., Bezsmertnyi Y.O., Shevchuk V.I., Bezsmertna G.V., Burlaka R.V. Remodelling of bone stumps under the influence of various mechanical load regimes. *Матеріали Дев'ятої Всеукраїнської НПК з міжнародною участю "Теорія та практика сучасної морфології"*. Дніпро, 6-7 листопада 2025 року, ДДМУ. – Дніпро: ДДМУ, 2025. С. 29-30. **(Тези)** (Здобувач розробив дизайн дослідження, виконав аналіз матеріалу, підготував статтю до друку)

У зазначених наукових публікаціях повністю представлені результати, основні положення та висновки дисертаційного дослідження.

Результати досліджень, що включені до дисертації, оприлюднені на наступних конференціях: - науково-практичній конференції «Наука в період війни», ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 19 травня 2023 р.; - семінарі «Реабілітація в Україні в умовах активної фази війни», що проходив в межах II Міжнародного медичного онлайн-форуму міжсекторальної взаємодії лікарів «Врятуй кінцівку». Реабілітація травм війни, 30.03.2023 р.; - науково-практичній конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту», ВНТУ, Вінниця, 2023 р.; - VII Подільській всеукраїнській міждисциплінарній науково-практичній конференції з міжнародною участю «Стан невідкладної допомоги, інтенсивної терапії, анестезіології в 2023 році», Вінниця, 2023 р.; - вебінарі «Ukraine Amputee Surgery, Prosthetics and Rehabilitation» Imperial College London, 26 вересня 2023 р.; - Reconstructive operations on amputated stumps of the lower extremities after combat injuries. Academy ÖSSUR, 12 жовтня 2023 р., Cologne, Germany; - ювілейній всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми ортопедії та травматології», Харків, 2024 р.; - медичній конференції «Суглоби та хребет після травм та операцій: як усунути біль та розвиток дистрофічних процесів». Pain control. 25.04.2025 р., Київ; - медичному форумі Травма та її наслідки «Ампутації та протезування. Хірургічні технології, проблемні питання та їх вирішення». Українська асоціація медичної освіти, 28.06.2025 р., Київ.; - Дев'ятій Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю

«Теорія та практика сучасної морфології», Дніпро, 6-7 листопада 2025 р.;
- науково-практичній конференції молодих вчених з міжнародною участю
«Молодіжна наука – 2025». Вінниця, 19 травня 2025 р.; - науково-практичній
конференції «Сучасний менеджмент переломів кісток та травм суглобів»,
Київ, 20 лютого 2026 р.

Наукова новизна роботи:

- Вперше на основі експериментально-клінічного дослідження з використанням клінічних, рентгенологічних, денситометричних, гістологічних з наливкою судин методів встановлений патогенез різних варіантів формоутворюючих процесів в куксі кістки. Визначена роль місцевих тканинних взаємовідносин в процесах моделювання і ремоделювання кісткової тканини кукси після використання різних термінів початку, величини та режимів механічного навантаження в умовах герметичного і не герметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації.

- Вперше досліджені основоположні фактори, що впливають на ремоделювання кукси кістки: герметичність чи негерметичність закриття під час ампутації кістково-мозкового каналу; терміни початку механічних навантажень, їх сила та режим використання.

- Вперше встановлені особливості васкуляризація кукси кістки при патологічному та адаптивному ремоделюванні.

- Вперше визначені морфологічні критерії адаптивного та патологічного ремоделювання кісткової тканини кукси кістки.

- Вперше встановлені оптимальні терміни початку механічних навантажень та протезування пацієнтів.

- Вперше з'ясовані критичні терміни можливого виникнення втомних стресових і недостатніх на тлі остеопорузу переломів кукси кістки в процесі протезування.

- Вперше визначені фактори ризику виникнення стресових переломів кукси кістки: двобічні ампутації нижніх кінцівок, наявні в анамнезі чи отримані одночасно з травмою, що призвела до ампутації, переломи кісток,

тунельні нейропатії, хронічний компартмент синдром, надто раннє неконтрольоване за часом, повторюване, надмірне, тривале користування протезом без періодів відпочинку, неякісне протезування.

- Вперше в світовій практиці виявлені та описані «слабкі» місця виникнення і патогенез формування втомних стресових переломів кукси кистки та особливості їх загоєння.

Теоретичне та практичне значення результатів дослідження.

Дослідження здійснено відповідно до планів наукових досліджень Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова і є фрагментом науково-дослідної роботи «Стресові ушкодження кісток внаслідок бойових уражень кінцівок» (№ державної реєстрації 0123U100169). Дослідження є вагомим для медичної науки та слугує науковим підґрунтям для подальших наукових пошуків в області остеології, висновки стосовно особливостей ремоделювання та васкуляризація кісткової тканини в умовах негерметичного і герметичного закриття кістково-мозкової порожнини під час ампутації та використання встановлених оптимальних термів початку, сили та режимів навантаження є важливими для практичної травматології та хірургії. Отримані дисертантом результати містять нові дані щодо особливостей ремоделювання та васкуляризації кісткової тканини, формоутворення кукс, локальних місць формування стресових переломів та особливостей їх загоєння.

Практичне значення результатів дослідження полягає у доцільності застосування герметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації та використання встановлених термінів початку, сили та режимів навантажень кукси в протезі в практиці лікувальних, реабілітаційних та протезно-ортопедичних закладів України.

Результати дослідження використовуються у практичній роботі Університетської клініки Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова МОЗ України, КНП «Вінницька обласна клінічна лікарня ім. М.І. Пирогова», Вінницького казенного експериментального протезно-

ортопедичного підприємства, приватного підприємства «Ортопедсервіс», м. Вінниця. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес кафедр травматології та ортопедії; фізичної та реабілітаційної медицини Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому.

Дисертація Бондаренка Дмитра Вадимовича викладена українською мовою, побудована за класичною схемою і оформлена згідно існуючих вимог. Дисертація у вигляді рукопису викладена на 262 сторінках (з них на 176 сторінках залікового машинописного тексту) та складається з анотації українською та англійською мовами, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, огляду літератури, опису матеріалу та методів дослідження, 4 розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів, висновків, а також списку використаних джерел (з них 12 кирилицею та 245 латиницею) та чотирьох додатків. Дисертаційне дослідження містить 163 рисунка та 30 таблиць. Робота написана з використанням зрозумілих формулювань та логічних заключень.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і завдання дослідження, його зв'язок з науковими програмами, а також окреслено об'єкт і предмет дослідження. Наведено відомості про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, їх апробацію на наукових і науково-практичних конференціях та впровадження в практику закладів охорони здоров'я і вищої освіти. В анотаціях українською та англійською мовами відображено зміст і результати дисертаційної роботи, її наукову новизну, практичне значення та ключові слова. Вступ викладено на 8 сторінках.

Розділ 1 «Сучасні уявлення про механобіологію та ремоделювання кісткової тканини» викладено на 23 сторінках і складається з 5 підрозділів. У розділі узагальнено сучасні літературні дані щодо клітинно-молекулярних, біомеханічних та регуляторних механізмів ремоделювання кісткової тканини,

а також їх ролі у формуванні патологічних станів. У підрозділі 1.1 проаналізовано клітинно-молекулярні механізми ремоделювання кісткової тканини, зокрема взаємодію остеобластів, остеокластів і остеоцитів, сигнальні шляхи регуляції остеогенезу та резорбції. У підрозділі 1.2 розглянуто вплив механічних факторів і мікрооточення на процеси ремоделювання, включаючи роль механотрансдукції, навантаження та біомеханічних стимулів. Підрозділ 1.3 присвячено аналізу біомеханічних властивостей кісткової тканини, їх значенню в процесах адаптації, ремоделювання та розвитку пошкоджень. У підрозділі 1.4 висвітлено механізми регуляції ремоделювання кісткової тканини та їх роль у розвитку патологічних станів, зокрема остеопорозу та інших дегенеративних змін. У підрозділі 1.5 узагальнено дані щодо ролі ремоделювання та моделювання кісткової тканини у формуванні стресових переломів, їх патогенезу та факторів ризику.

Розділ 2 «Матеріал та методи дослідження» викладено на 6 сторінках і складається з чотирьох підрозділів. У підрозділі 2.1 «Дизайн та організація дослідження» представлено експериментальну та клінічну частини роботи. Експериментальне дослідження виконано на 51 кролику породи Шиншила з термінами спостереження 6, 10 і 18 тижнів. Вивчали вплив типу ампутаційної пластики (міопластика та кісткова пластика з герметичним закриттям кістковомозкового каналу) і різних режимів механічного навантаження на ремоделювання кукси кістки. Сформовано 5 серій дослідів із варіаціями термінів початку, інтенсивності та режиму навантаження.

У підрозділі 2.2 «Методика гістологічного дослідження» наведено методи морфологічної оцінки кісткової тканини та м'язів кукси. Дослідження включало аналіз гістологічних зрізів із використанням стандартних методів фарбування. Оцінювали стан мікроциркуляторного русла, структурну організацію кісткової тканини та особливості репаративних процесів.

У підрозділі 2.3 «Клінічне дослідження» представлено результати обстеження 57 пацієнтів з ампутаційними куксами нижніх кінцівок.

Досліджували особливості ремоделювання залежно від рівня ампутації, типу пластики, кількості попередніх втручань, термінів і тривалості протезування. Проведено клінічну, рентгенологічну та денситометричну оцінку. Для кількісного аналізу ремоделювання розроблено інтегральний рентгенологічний індекс на основі бальної оцінки структурних змін кісткової тканини.

У підрозділі 2.4 «Методи математичної статистики та біоетичні аспекти дослідження» описано використання методів описової та порівняльної статистики, кореляційного та регресійного аналізу. Статистичну значущість визначали на рівні $p < 0,05$. Дослідження виконано з дотриманням біоетичних норм та міжнародних вимог щодо роботи з лабораторними тваринами.

Розділ 3 «Ремоделювання кісткової тканини кукси при різних режимах механічних навантажень в умовах герметичного і негерметичного закриття кістковомозкового каналу» викладено на 31 сторінці та складається з чотирьох підрозділів.

У підрозділі 3.1 «Ремоделювання кукси кістки з міопластикою без механічного навантаження» (5 сторінок, 12 рисунків) наведено результати гістологічного дослідження кісткової тканини у 9 експериментальних тварин у терміни 6, 10 і 18 тижнів після ампутації з негерметичним закриттям кістковомозкового каналу. Проаналізовано процеси мікроциркуляції в кортикальній діафізарній пластинці та кістковому мозку, перебіг репаративної регенерації, а також особливості моделювання і ремоделювання кісткової тканини. Встановлено залежність формоутворення кукси від термінів після ампутації та вираженості дегенеративно-дистрофічних змін.

У підрозділі 3.2 «Ремоделювання кукси кістки з міопластикою та механічним навантаженням», зокрема в підрозділі 3.2.1 (5 сторінок, 10 рисунків), наведено результати морфологічного дослідження 15 експериментальних тварин при навантаженні (0,5 мДж/мм², 2 Гц, 400 імпульсів). Детально проаналізовано процеси васкуляризації, остеогенезу,

моделювання та ремоделювання кісткової тканини, а також зміни кортикальної пластинки і кісткового мозку. Встановлено, що раннє інтенсивне навантаження негативно впливає на мікроциркуляцію і репаративний остеогенез, спричиняючи запальні зміни, резорбцію та некротичні процеси. Початок навантаження через 8 тижнів супроводжувався частковим покращенням формоутворення кукси, однак недостатня механічна міцність кісткової тканини зумовлювала її деформацію. Початок навантаження через 16 тижнів був запізним і призводив до патологічного ремоделювання на тлі остеопорозу. Характерною була відсутність відновлення магістральних внутрішньокісткових судин із переважанням позасудинних шляхів мікроциркуляції.

У підпідрозділі 3.2.2 «Ремоделювання кукси кістки з міопластикою та дозованим механічним навантаженням (200 імпульсів двічі на день)» (4 сторінки, 6 рисунків) представлено результати дослідження 9 тварин при розподілі добового навантаження на два сеанси з інтервалом 6 годин. Встановлено, що такий режим забезпечує суттєво кращі показники репаративної регенерації та ремоделювання кісткової тканини. У всі терміни формувалась кукса циліндричної форми. Відзначено покращення васкуляризації з формуванням ієрархічно організованої судинної мережі та зменшенням ролі синусоїдних капілярів і кістозних утворень. На 10-му тижні з'являлися магістральні судини. Репаративні процеси супроводжувалися формуванням кісткової замикаючої пластинки, а перебіг ремоделювання оцінено як задовільний. Визначено, що оптимальним терміном початку навантаження є 8 тижнів, а дозоване навантаження з інтервалами відпочинку запобігає розвитку патологічного ремоделювання.

У підрозділі 3.3 «Ремоделювання кісткової тканини кукси після ампутації з кістковою пластикою без механічного навантаження» (5 сторінок, 11 рисунків) проаналізовано результати 9 спостережень із герметичним закриттям кістковомозкового каналу кортикальним аутотрансплантатом. Встановлено, що це сприяє швидкій нормалізації внутрішньокісткового

гомеостазу за рахунок збереження внутрішньокісткового тиску та інтерстиціального транспорту. На 10-му тижні відбувалося формування магістральних внутрішньокісткових судин і зменшення позасудинних шляхів мікроциркуляції, що супроводжувалося підвищенням механічної щільності кісткової тканини. Водночас за відсутності навантаження на 18-му тижні відзначалися ознаки остеопору. Порівняльний аналіз підтвердив суттєве значення герметичного закриття каналу для формування сприятливого ремоделювання.

У підрозділі 3.4 «Ремоделювання кісткової тканини кукси після ампутації з кістковою пластикою та механічним навантаженням» (9 сторінок, 8 рисунків) наведено результати дослідження 9 тварин. Показано, що поєднання герметичного закриття кістковомозкового каналу та механічного навантаження забезпечує адаптивне ремоделювання у всі терміни спостереження. У ранні строки відзначалася активація мікроциркуляції та репаративного остеогенезу з формуванням кісткової замикаючої пластинки переважно із зрілої кісткової тканини. Відбувалося потовщення кортикальної діафізарної пластинки та формування остеоноподібних структур. На 10-му тижні формувалася органотипічна структура кукси з відновленням кістковомозкового каналу та судинної мережі. При пізньому початку навантаження (16 тижнів) зберігався адаптивний характер ремоделювання, однак з'являлися початкові ознаки остеопору, що підтверджує доцільність більш раннього початку дозованого навантаження.

У висновках до розділу узагальнено отримані результати.

Розділ 4 «Патологічне ремоделювання кісткової кукси з формуванням стресових переломів» представлений на 25 сторінках тексту, містить 51 ілюстрацію (гістотопограми та мікрофотографії) і складається з 5 підрозділів. У розділі автор детально аналізує етіопатогенетичні чинники втомних стресових переломів кукси кістки, до яких віднесено: зону входження в кістку живильної артерії, гіперостоз бічних поверхонь кукси, тромбоз судин параосальної зони та кісткового мозку з розвитком локального некрозу

кортикальної діафізарної пластинки, формування кістозних утворень у кістковомозковому каналі внаслідок порушення репаративного остеогенезу, а також переломи недостатності на тлі остеопорозу.

Встановлено, що всі варіанти стресових переломів мають єдину морфологічну основу, яка включає стійкі структурні порушення кісткової тканини: розширення та перебудову судинних каналів, мікротромбози, пористість, мікротріщини, рарефікацію, витончення кісткових структур, локальні некротичні зміни та остеопороз.

Показано, що формування стресових переломів переважно відбувається на межі старої безостеоцитарної пластинчастої та новоутвореної кісткової тканини, коли перша вже втратила механічну міцність, а друга ще не досягла повної структурної зрілості. У більшості випадків переломи є неповними та обмежуються одним кортикальним шаром.

Визначено, що загоєння стресових переломів переважно відбувається шляхом інтеркортикального зрощення, а також через трансформацію грубоволокнистої кісткової тканини в пластинчасту або шляхом ендостально-періостального інтермедіарного остеогенезу.

Розділ 5 «Клініко-функціональні та структурні зміни кісткової тканини після ампутації нижніх кінцівок» викладений на 33 сторінках тексту, містить 19 таблиць і 32 ілюстрації. У розділі проаналізовано результати ремоделювання кісткової тканини кукси у 34 пацієнтів після кістковопластичних та міопластичних реампутацій з урахуванням термінів післяопераційного періоду, часу початку протезування, рівня ампутації, тривалості користування протезом, а також даних рентгенологічного, денситометричного та гістологічного досліджень. Наведено приклади адаптивного та патологічного ремоделювання, виконано статистичний аналіз отриманих результатів.

Встановлено, що зниження Z-score є більш вираженим при проксимальному рівні ампутації та при двобічних ураженнях. Показано, що інтенсивність больового синдрому, триваліший період до реампутації та

більша кількість попередніх оперативних втручань асоціюються зі зниженням Z-score.

Визначено, що тип ампутаційної пластики є одним із провідних факторів, що визначає характер ремоделювання кісткової тканини. Після міопластики через 6 місяців відзначалося зниження показників мінеральної щільності кісткової тканини, а через 12 місяців — часткова компенсація втрат, однак BMD залишався нижчим за вихідний рівень. Встановлено, що ранній початок протезування (до 10 тижнів) після міопластичних втручань асоціюється з більш вираженим зниженням BMD. При кістковій пластичці вплив термінів початку протезування був менш значущим. Початок протезування після 10 тижнів супроводжувався менш вираженими втратами кісткової маси як при міопластичних, так і при кістковопластичних втручаннях.

Рентгенологічна оцінка включала аналіз форми кукси, стану кортикального шару, ширини кістковомозкового каналу, наявності крайових кісткових розростань, ознак резорбції, формування кісткової замикаючої пластинки та проявів остеопорозу з розрахунком інтегрального рентгенологічного індексу. Встановлено поступове покращення структурного стану кістки після реампутацій та зниження значень індексу, при цьому у групі кісткової пластики показники були кращими, що свідчить про переваги герметичного закриття кістковомозкового каналу.

Кореляційний аналіз виявив статистично значущий зв'язок між інтегральним рентгенологічним індексом та динамікою BMD. Мультифакторний регресійний аналіз засвідчив істотний вплив рівня ампутації, типу пластики, кількості попередніх втручань та термінів початку протезування на ремоделювання кісткової тканини. У ранньому післяопераційному періоді (до 6 місяців) домінуючими факторами були рівень ампутації та її двобічність, у середньостроковому (6–12 місяців) — тип пластики, кількість втручань та терміни початку протезування.

Розділ 6 «Клініко-рентгенологічна характеристика стресових переломів ампутаційних кукс нижніх кінцівок» викладений на 26 сторінках тексту, містить 9 таблиць і 33 рисунки. У процесі спостереження 23 пацієнтів зі стресовими переломами кукси кістки проаналізовано їх локалізацію, клінічні прояви, симптоматику, клініко-рентгенологічні особливості та фактори ризику.

Встановлено, що рентгенологічна картина стресових переломів характеризується поступовою динамікою від локального зниження щільності кортикального шару до виражених остеопоротичних змін, що проявляються витонченням кортикальної діафізарної пластинки, розрідженням губчастої речовини та формуванням вогнищевих зон ремоделювання в ділянках максимального механічного навантаження.

Підтверджено експериментально визначені зони формування стресових переломів, до яких належать: ділянка входження в кістку живильної артерії, зони локального гіперостозу, кістоподібна перебудова кісткового мозку та остеопоротичні зміни.

Залежно від термінів виникнення стресові переломи кісткової тканини кукси поділено на ранні (до 4 місяців після початку протезування) та пізні (після 4 місяців). Встановлено, що визначальним фактором їх формування є ступінь структурної зрілості кісткової тканини на момент початку механічного навантаження. Ранні стресові переломи (≤ 4 місяців) виникають в умовах незавершеного ремоделювання та надмірного навантаження в протезі й належать до втомних переломів. Пізні стресові переломи (>4 місяців) формуються на тлі прогресуючого остеопорозу при звичайному функціональному навантаженні та відносяться до переломів недостатності.

Додатковими значущими факторами розвитку стресових переломів є післяопераційні анатомо-функціональні порушення (згинально-відвідно-ротаційні контрактури, тунельна нейропатія малогомілкового нерва, гіпермобільність залишку малогомілкової кістки, високий рівень м'язового прикріплення з виступанням кісткового опиала, слабкість чотириголового

м'яза стегна), а також дефекти протезування (невідповідність приймальної гільзи, конструктивні особливості стопного модуля, неправильне розташування вузла колінного суглоба, порушення регулювання осей протеза, невідповідна довжина протеза).

У розділі «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» дисертант проводить ретельний аналіз результатів дисертаційної роботи. Цей розділ дає вичерпне уявлення про методологічні підходи, характер і результати проведених досліджень.

Підсумки дослідження сформульовані у 8 висновках. Вони конкретні, містять змістовні відповіді на поставлені завдання дослідження, базуються на цифрових даних та засвідчують важливість обраної теми.

Рекомендації щодо подальшого використання результатів дисертації в практичній діяльності.

Результати дисертаційного дослідження можуть бути рекомендовані для застосування у практичній діяльності закладів охорони здоров'я та протезно-ортопедичних підприємств.

В додатках наведені наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації та наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації, акти впровадження результатів дисертаційної роботи в практичну діяльність та навчальний процес (загалом 6 актів впровадження).

Первинна документація дисертаційної роботи представлена в повному обсязі і відповідає змісту дисертаційного дослідження. Перевірка первинної документації показала повну вірогідність усіх первинних документів. Під час перевірки узагальнених даних з фактичним матеріалом виявлена їх повна відповідність.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності.

При виконанні дисертаційного дослідження та написанні роботи автор не порушував принципи академічної доброчесності. Рукопис дисертації Бондаренка Дмитра Вадимовича на тему «Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах

механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)» обсягом 262 сторінки друкованого тексту було перевірено на плагіат програмним засобом «StrikePlagiarism.com». За результатами перевірки тексту дисертації не виявлено ознак плагіату, самоплагіату, фабрикування та фальсифікації даних. Рівень оригінальності становить 95.69%. За перевіркою посилань комп'ютерною програмою визначено окремі співпадіння з власними публікаціями, термінологією, посиланнями на літературу та загальноживаними фразами.

Результати обговорення презентації на засіданні кафедри (структурного підрозділу).

Під час обговорення презентації на засіданні кафедри встановлено, що дисертант у повному обсязі володіє матеріалами дисертаційного дослідження, надає ґрунтовні відповіді на поставлені запитання, чітко дотримується встановлених вимог до тривалості доповіді. Представлена у доповіді та презентації інформація відповідає матеріалам дисертаційного дослідження.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

За основними змістовними ознаками, актуальністю, науковою новизною та обґрунтованістю основних положень і висновків, теоретичним і практичним значенням, висвітленням результатів роботи у вітчизняних та закордонних періодичних наукових виданнях, структурою та оформленням представлена дисертація Бондаренка Дмитра Вадимовича «Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)» відповідає усім вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

На момент проведення фахового семінару для апробації дисертації усі неточності усунені, зауваження враховані. Претензій до дисертанта та його роботи немає. Дисертаційна робота в повній мірі відповідає спеціальності 222 «Медицина».

ВИСНОВОК

Дисертація **Бондаренка Дмитра Вадимовича** на тему *«Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістково-мозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)»*, що представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина», є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій наведені нові науково обґрунтовані результати проведених особисто здобувачем досліджень щодо вирішення актуальної і важливої для травматології та ортопедії науково-практичної задачі, яка полягала у розкритті особливостей ремоделювання кукси кістки та можливостей його оптимізації при різних термінах початку, сили та режимів механічного навантаження в умовах герметичного і негерметичного закриття кістково-мозкової порожнини під час ампутації.

Отримані під час виконання дисертаційної роботи результати мають вагоме значення для сучасної травматології та ортопедії і підтверджуються документами, які засвідчують проведення таких досліджень. За актуальністю, обсягом та змістом проведених досліджень, достовірністю та науковою новизною отриманих результатів, обґрунтованістю основних положень і висновків, теоретичним і практичним значенням, висвітленням результатів роботи у наукових періодичних виданнях дисертація повною мірою відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами,

внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21 березня 2022 р.; № 502 від 19 травня 2023 р. та № 507 від 3 травня 2024 р. і оформлена згідно до наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» та рекомендується до проведення публічного захисту з метою присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина».

Висновок підготовлено за результатами фахового семінару, який відбувся 23 квітня 2026 р. на кафедрі травматології та ортопедії за участі фахівців кафедр травматології та ортопедії; фізичної та реабілітаційної медицини; хірургії №1 з курсом урології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.

**Головуючий на засіданні кафедри
травматології та ортопедії**

д.мед.н., професор, завідувач
кафебри травматології та ортопедії
ВНМУ ім. М.І. Пирогова

Володимир ФІЩЕНКО

« 23 » квітня 2026 р.

