

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

СТРАФУНА Сергія Семеновича

д.мед.н., професора, член-кореспондента НАМН України, заступника директора з наукової роботи ДУ «Національний інститут травматології та ортопедії» НАМН України на дисертаційну роботу аспіранта кафедри травматології та ортопедії ВНМУ ім. М. І. Пирогова **БОНДАРЕНКА** Дмитра Вадимовича на тему: *«Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістковомозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)»*, що подана до захисту в разову спеціалізовану вчену раду ДФ 05.600.167 при Вінницькому національному медичному університеті ім. М. І. Пирогова, яка створена відповідно до наказу ректора ЗВО ВНМУ ім. М. І. Пирогова № 74 від 01 травня 2026 року на підставі рішення Вченої ради ВНМУ ім. М. І. Пирогова протокол № 10 від 30 квітня 2026 року з правом прийняття до розгляду та проведення разового захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина»

Актуальність обраної теми дисертації.

Сучасна військова медицина забезпечує високий рівень виживання поранених після тяжких мінно-вибухових і вибухових ушкоджень кінцівок, однак одночасно суттєво зростає кількість осіб з ампутаціями, які потребують складного та тривалого відновного лікування. В умовах війни проблема ампутацій нижніх кінцівок набула особливої актуальності у зв'язку з високою частотою бойової травми в осіб молодого та працездатного віку, необхідністю раннього протезування та швидкого повернення пацієнтів до активного життя, професійної діяльності або військової служби.

Тактика лікування пацієнтів після ампутацій спрямована на максимально раннє протезування та швидку функціональну активізацію. У

зв'язку з цим особливого значення набуває проблема формування повноцінної кукси, здатної витримувати тривалі та циклічні механічні навантаження. Проте основна увага клініцистів в більшості випадків зосереджена на стані м'якотканинного компонента, загоєнні рани та профілактиці інфекційних ускладнень, тоді як кістковий компонент кукси, який визначає її опорну функцію та ефективність протезування, залишається недостатньо вивченим. Наявні дослідження переважно стосуються змін мінеральної щільності кісткової тканини та розвитку остеопорузу, тоді як механізми адаптивного і патологічного ремоделювання кісткової тканини кукси в умовах функціонального навантаження практично не досліджені. Після ампутації кістковий фрагмент функціонує в принципово нових біомеханічних умовах, що супроводжується складними процесами репаративної регенерації, структурної перебудови та формування патологічних змін.

Більшій актуальності проблемі надає відсутність обґрунтованих підходів до дозування механічного навантаження на куксу після ампутації. Незважаючи на визначальну роль механічної стимуляції у процесах остеогенезу та ремоделювання кісткової тканини, у сучасній ампутаційній хірургії досі не визначені оптимальні терміни початку навантаження, його інтенсивність та режими. Недостатньо вивченим залишається і вплив техніки формування кукси, зокрема закриття кістковомозкового каналу, на внутрішньокісткову гемодинаміку, васкуляризацію та перебіг репаративних процесів. Висока частота повторних оперативних втручань після ампутацій додатково підтверджує складність і невирішеність даної проблеми.

Робота присвячена одному з найменш вивчених і водночас клінічно значущих напрямків сучасної реконструктивної ортопедії - ремоделюванню кісткової тканини кукси в умовах механічного навантаження. Поєднання експериментального та клінічного підходів дозволило комплексно оцінити закономірності репаративної регенерації, адаптивної перебудови кісткової тканини та механізми формування патологічних змін кукси.

Таким чином, дисертаційна робота є науково обґрунтованою та надзвичайно актуальною, а її результати можуть стати підґрунтям для удосконалення техніки ампутацій та вибору оптимальної тактики відновлення.

Оцінка наукового рівня дисертації і наукових публікацій здобувача.

Дисертаційна робота Бондаренка Дмитра Вадимовича є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на високому науково-методичному рівні, та має важливе значення для розвитку сучасної ортопедії, травматології та практичних підходів до формування ампутаційних кукс.

Матеріали дисертації відображені у 17 наукових публікаціях. Опубліковано 6 наукових статей згідно рекомендацій пп. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішень разової ради закладу вищої освіти наукової установи про присудження доктора філософії затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 № 44 (зі змінами), з яких 1 - у фаховому виданні України, 3 - у фахових виданнях України, індексованих у міжнародній наукометричній базі Scopus та 2 - у зарубіжних наукових виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus. Окремі результати дослідження додатково висвітлені у 2 публікаціях у зарубіжних наукових виданнях, індексованих у базі Scopus. За матеріалами роботи отримано 4 деклараційні патенти України на корисну модель та опубліковано 5 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій.

Основні положення дисертаційного дослідження апробовані на 11 науково-практичних конференціях професійного спрямування. Усі наукові публікації здобувача відповідають 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 року № 44.

Новизна представлених теоретичних та/або експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, повнота викладу в опублікованих працях.

У дисертаційній роботі на основі комплексного експериментально-клінічного дослідження із застосуванням клінічних, рентгенологічних, денситометричних та гістологічних методів встановлено патогенетичні механізми різних варіантів формоутворення та ремоделювання кукси кістки після ампутацій. Автором визначено роль місцевих тканинних взаємовідносин у процесах моделювання та ремоделювання кісткової тканини залежно від термінів початку, величини та режимів механічного навантаження, а також умов герметичного чи негерметичного закриття кістковомозкового каналу під час ампутації.

До вагомих результатів дослідження належить вивчення основних факторів, що впливають на перебіг ремоделювання кукси кістки, зокрема особливостей закриття кістковомозкового каналу, термінів початку функціонального навантаження та його інтенсивності. Встановлено особливості васкуляризації кукси кістки при адаптивному та патологічному ремоделюванні, що дозволило поглибити сучасні уявлення про механізми репаративної регенерації кісткової тканини після ампутацій.

Наукову новизну становлять отримані автором дані щодо додаткової функціональної розгерметизації кістковомозкової порожнини внаслідок проростання через незрілий ендостальний регенерат гілок живильної артерії, що перешкоджає повноцінному формуванню кісткової замикаючої пластинки та м'якотканинного покриття кукси. Визначено морфологічні критерії адаптивного і патологічного ремоделювання кісткової тканини кукси, а також обґрунтовано оптимальні терміни початку механічного навантаження та протезування після ампутацій.

В ході виконання роботи встановлено критичні терміни виникнення втомних стресових та недостатніх на тлі остеопорозу переломів кукси кістки в процесі протезування, а також визначено фактори ризику та причини їх

розвитку, серед яких двобічні ампутації нижніх кінцівок, супутні переломи кісток, тунельні нейропатії, хронічний компартмент-синдром, надмірне та неконтрольоване функціональне навантаження і дефекти протезування. Описані анатоμο-функціональні зони підвищеного ризику виникнення стресових переломів кукси кістки, розкрито патогенетичні механізми їх формування та особливості загоєння.

Результати дослідження належним чином висвітлені в опублікованих наукових працях автора, апробовані на науково-практичних конференціях та відповідають сучасним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

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

Результати дисертаційного дослідження здобувача обґрунтовані використанням комплексу сучасних клінічних, рентгенологічних, денситометричних, гістологічних методів із наливкою мікроциркуляторного русла, а також морфометричного аналізу і методів математичної статистики.

Експериментальна частина роботи виконана на аналізі матеріалів тканин 51 ампутаційної кукси кролів, у яких моделювали ампутацію на рівні середньої третини стегна з різними варіантами закриття кістково-мозкового каналу. У фіксовані терміни спостереження (4, 8 та 16 тижнів) здійснювали дозоване механічне навантаження торцевої поверхні кукси ударною хвилею із визначеними параметрами енергії та частоти, що дозволило відтворити різні варіанти функціонального навантаження кісткової тканини. Надалі виконували ін'єкційну наливку судин тушшою з подальшим виготовленням гістологічних препаратів та проведенням морфометричного аналізу.

Клінічний розділ роботи охоплював спостереження за 54 пацієнтами з ампутаційними куксами нижніх кінцівок, у яких у динаміці протезного навантаження оцінювали структурно-функціональний стан кісткової тканини

за допомогою інструментальних методів дослідження. Це дало змогу співставити отримані в експерименті результати з клінічними проявами ремоделювання кісткової тканини в умовах реального функціонального навантаження.

Застосовані методи статистичного аналізу забезпечили достатній рівень достовірності та коректність порівняння отриманих результатів.

Отримані результати дозволили встановити взаємозв'язок між характером васкуляризації, типом закриття кістковомозкового каналу, умовами функціонального навантаження та перебігом репаративних процесів, а також окреслити чинники розвитку патологічного ремоделювання і ускладнень протезування.

Рівень виконання поставленого наукового завдання, оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Методологічні підходи та організація дослідження відзначаються коректно побудованою послідовністю та чіткою структурованістю всіх етапів роботи. Автором обґрунтовано та технічно грамотно виконано експериментальну частину, включно з оперативними втручаннями, моделюванням механічних навантажень, виготовленням гістологічних препаратів та їх морфологічним аналізом. Клінічний компонент дослідження доповнено сучасними інструментальними методами оцінки стану пацієнтів і статистичною обробкою отриманих даних.

Загалом робота свідчить про сформовані у здобувача навички самостійного наукового мислення, володіння сучасною методологією досліджень та здатність інтегрувати експериментальні й клінічні дані в єдину аналітичну систему.

Теоретичне та практичне значення результатів дослідження.

Автором уточнена роль локальних біомеханічних факторів, особливостей васкуляризації та умов формування кісткового регенерату в

процесах структурно-функціональної перебудови кістки після ампутації. Отримані результати розширюють сучасні уявлення про механізми адаптації кісткової тканини та деталізують ключові ланки її ремоделювання, що створює наукову основу для подальших експериментальних і клінічних досліджень.

Практичне значення результатів визначається можливістю їх використання для удосконалення хірургічної тактики формування кукси. Обґрунтовано доцільність герметизації кістковомозкового каналу та необхідність диференційованого підходу до визначення термінів, інтенсивності і режимів механічного навантаження в післяопераційному періоді. Отримані положення мають прикладне значення для ортопедії, травматології, реабілітаційної медицини та протезування і спрямовані на підвищення якості лікувально-реабілітаційного процесу.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому.

Робота дисертанта викладена на 262 сторінках друкованого комп'ютерного тексту українською мовою. Структура роботи включає анотацію, вступ, огляд літератури, розділ матеріалів і методів дослідження, чотири розділи власних досліджень, аналіз та узагальнення результатів, висновки, список використаних джерел і додатки. Кожен із розділів власних досліджень (розділи 3-6) завершується висновками, у яких узагальнено отримані результати.

Робота ілюстрована 163 рисунками та містить 30 таблиць. Список використаних джерел налічує 257 найменувань, з яких 12 подано кирилицею та 245 латиницею. Анотація підготовлена українською та англійською мовами і відображає основні результати дослідження, їх наукову та практичну значущість, а також дані щодо публікацій здобувача.

У Вступі чітко визначено мету і завдання дослідження, сформульовано об'єкт і предмет, а також окреслено ключові результати, що мають теоретичне та практичне значення. Окремо висвітлено практичну значущість отриманих

результатів, наведено дані щодо їх впровадження в діяльність закладів охорони здоров'я, а також визначено особистий внесок автора у виконання дисертаційного дослідження.

Перший розділ *«Сучасні уявлення про механобіологію та ремоделювання кісткової тканини»* містить аналітичний огляд сучасних наукових даних щодо клітинно-молекулярних механізмів кісткового ремоделювання та його регуляції.

Другий розділ *«Матеріали та методи досліджень»* присвячений опису дизайну, структури та організації виконаного дослідження. У ньому представлено характеристику експериментальної та клінічної складових роботи з визначенням їх обсягу.

Третій розділ *«Ремоделювання кісткової тканини кукси при різних режимах механічних навантажень в умовах герметичного та негерметичного закриття кістковомозкового каналу»* включає п'ять підрозділів, у яких послідовно викладено результати морфологічного аналізу перебудови кісткової тканини за різних експериментальних умов.

Досліджено варіанти перебігу репаративного остеогенезу при негерметичному закритті кістковомозкового каналу без навантаження, а також у поєднанні з різними режимами ударно-хвильового впливу.

Розділ ілюстрований якісним морфологічним матеріалом, що відображає структурні та мікроциркуляторні зміни. Отримані результати свідчать про здатність автора до глибокого аналізу та наукового узагальнення складних експериментальних даних і становлять ключову основу роботи, оскільки відображають головні експериментальні закономірності дослідження.

Четвертий розділ *«Патологічне ремоделювання кісткової тканини кукси з формуванням стресових переломів»* присвячено вивченню дезадаптивних змін кісткової тканини, що реалізуються у вигляді втомних переломів, а також аналізу умов їх виникнення і подальшої репарації.

Подано розгорнуту морфологічну характеристику цих ушкоджень із деталізацією механізмів їх розвитку та особливостей репаративного процесу.

Отримані дані супроводжуються інформативним ілюстративним матеріалом, що відображає послідовність структурних змін кісткової тканини.

П'ятий розділ *«Клініко-функціональні та структурні зміни кісткової тканини після ампутації нижніх кінцівок»* присвячений клінічному аналізу особливостей ремоделювання кісткової тканини кукси залежно від техніки її формування під час ампутації та термінів початку протезного навантаження. Дослідження виконано із застосуванням комплексу клінічних, рентгенологічних і денситометричних методів. У клінічних умовах підтверджено основні положення експериментальної частини роботи щодо значення герметизації кістковомозкового каналу як чинника, що забезпечує більш сприятливий перебіг репаративних процесів. Водночас встановлено, що ранній початок протезування (до 10 тижнів після операції) та надмірні функціональні навантаження негативно впливають на характер ремоделювання кісткової тканини і можуть призводити до його дезадаптації.

Шостий розділ *«Клініко-рентгенологічна характеристика стресових переломів кісток ампутаційних кукс нижніх кінцівок»* присвячений комплексному аналізу клінічних проявів, факторів ризику та морфологічних особливостей стресових переломів у пацієнтів після ампутацій. Окрему увагу приділено залежності характеру ушкоджень від строків початку та інтенсивності протезного навантаження, а також від порушень біомеханіки ходьби.

Клінічний матеріал (23 пацієнти) засвідчив переважну локалізацію переломів у великогомілковій кістці, рідше - у малоогомілковій та куксі стегнової кістки. За термінами виникнення виділено ранні стресові переломи, що формувалися упродовж перших 4 місяців після початку протезування, та пізні переломи недостатності, які розвивалися у більш віддалений період на тлі структурної ослабленості кісткової тканини.

Отримані клінічні спостереження підтвердили експериментально встановлені «зони підвищеної вразливості» кісткової тканини кукси щодо формування стресових ушкоджень. Серед провідних етіологічних чинників

визначено як передчасне або, навпаки, відтерміноване повноцінне функціональне навантаження, так і двобічні ампутації, а також у значної частки випадків — конструктивні недоліки протезів і пов'язані з ними біомеханічні порушення.

Розділ *«Аналіз та узагальнення результатів дослідження»*. У даному розділі узагальнено ключові положення роботи щодо механізмів ремоделювання кісткової тканини кукси та факторів, які впливають на перебіг цього процесу. Така структура подання забезпечує більш цілісне й зрозуміле сприйняття отриманих результатів та їх наукового значення.

Висновки дисертаційного дослідження є логічно обґрунтованими, послідовно впливають із отриманих результатів і повною мірою відображають виконання поставлених мети та завдань.

Список використаних джерел сформований із достатньою кількістю сучасних вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій, що забезпечує належну інформаційну базу та наукову обґрунтованість роботи.

Рекомендації щодо подальшого використання результатів дисертації в практиці.

Отримані результати дисертаційного дослідження мають чітко виражене практичне значення та можуть бути впроваджені у діяльність лікувально-профілактичних, реабілітаційних закладів і протезно-ортопедичних підприємств, що здійснюють ведення пацієнтів після ампутацій. Запропоновані положення можуть бути використані для удосконалення клінічної практики та підвищення ефективності лікувально-реабілітаційного процесу.

Крім того, матеріали роботи становлять інтерес для подальших наукових досліджень і можуть бути використані в освітньому процесі при підготовці студентів та лікарів відповідних спеціальностей.

Зауваження щодо оформлення та змісту дисертації, запитання до здобувача.

Дисертаційна робота Бондаренка Д.В. характеризується належним рівнем виконання та оформлення і відповідає сучасним вимогам до наукових досліджень. Побудова роботи є логічно виваженою, матеріал викладено системно та послідовно, що забезпечує цілісність сприйняття результатів.

Виявлені у тексті окремі технічні неточності мають несуттєвий характер і не впливають на змістовне наповнення, наукову новизну та загальну цінність дисертаційного дослідження.

У плані дискусії хотілося б отримати відповіді на наступні запитання.

1. Які біомеханічні та біологічні критерії, на вашу думку, є визначальними для встановлення оптимального «вікна» початку дозованого навантаження кукси після ампутації, і чи можливе їх уніфіковане застосування в клінічній практиці?
2. Наскільки результати експериментальної моделі з використанням навантаження на тваринах є адекватними для екстраполяції на клінічні умови у пацієнтів з різним рівнем ампутації?
3. Які сучасні неінвазивні методи (зокрема КТ-денситометрія, МРТ-оцінка мікроархітекtonіки або біохімічні маркери кісткового ремоделювання) могли б підвищити інформативність оцінки процесів ремоделювання кукси порівняно з використаними у дослідженні методами?
4. Чи пов'язані параметри кісткового ремоделювання з величиною внутрішньокісткового тиску як основним показником інтенсивності внутрішньокісткового кровотоку. Чи зустрічались Вам подібні наукові дослідження?

Дисертаційна робота характеризується належним науковим рівнем і має суттєве теоретичне та клінічне значення. Висловлені окремі зауваження мають переважно технічний і редакційний характер, не стосуються суті отриманих результатів і не знижують загальної позитивної оцінки роботи, її наукової новизни та практичної цінності.

Проведений аналіз дисертаційної роботи Бондаренка Дмитра Вадимовича підтверджує її самостійне виконання та відповідність загальноприйнятим вимогам академічної доброчесності. Отримані результати мають авторський характер, а використані наукові джерела залучені з дотриманням правил коректного цитування та бібліографічного оформлення. Опубліковані за матеріалами дослідження праці відповідають етичним нормам наукової діяльності та не містять ознак неправомірних запозичень.

Перевірка тексту дисертації за допомогою програмного забезпечення “Strikeplagiarism” показала рівень унікальності 95,69 %, що підтверджує оригінальність роботи та належну якість оформлення посилань на використані джерела інформації.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Робота дисертанта Бондаренка Дмитра Вадимовича на тему: «Особливості ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси нижньої кінцівки при різних режимах механічного навантаження, герметичного та негерметичного закриття кістковомозкового каналу під час ампутації (експериментально-клінічне дослідження)», подана на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина», є завершеною самостійною науковою працею.

У роботі на основі комплексного аналізу клінічних, морфологічних та інструментальних досліджень вирішено актуальне науково-практичне завдання сучасної травматології та ортопедії, що стосується закономірностей ремоделювання кісткової тканини ампутаційної кукси та можливостей його оптимізації залежно від умов формування кукси, характеру та режимів механічного навантаження, а також способу закриття кістковомозкового каналу.

Одержані результати характеризуються належним рівнем наукової обґрунтованості, відтворюваності та достовірності, що забезпечується

застосуванням сучасних методів дослідження. Сформульовані автором висновки є логічним узагальненням проведеної роботи, узгоджуються з отриманими даними та мають як теоретичне, так і практичне значення. Основні положення дисертації пройшли апробацію на наукових форумах, відображені у фахових публікаціях та обговорені в професійному середовищі.

Дисертація оформлена відповідно до наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». За сукупністю актуальності теми, наукового рівня виконання, обсягу проведених досліджень, новизни отриманих результатів та їх прикладної значущості дисертаційна робота повністю 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 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами).

Дисертаційна робота Бондаренка Дмитра заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 22 «Охорона здоров'я» за спеціальністю 222 «Медицина».

Офіційний опонент:

доктор медичних наук, професор, член-кореспондент НАМН України,
заступник директора з наукової роботи
ДУ «Національного інституту травматології
та ортопедії Національної академії медичних
наук України»

Сергій СТРАФУН