

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ІМПЛАНТОЛОГІЯ ПАРОДОНТОЛОГІЯ ОСТЕОЛОГІЯ

№ 2 (96) 2019

22 КРИТОНІД ЛЮБАНІВ
КОНЦЕПЦІЯ
Ідентифікаційні
різницями вартості дантів

44 ВІСНИКІВІДРОСТАНОВЛЕННЯ І
РЕГЕНЕРАЦІЯ
перимембранної зони
постимплантатної форми
кісткової

70 ГОДНОКРИТОЛІСНА
КОНЦЕПЦІЯ
З РОЗВ'ЯЗАННЯМИ КОЛІСНИХ
ІМПЛАНТІВ — безперервна
досяг 100% клінічної стабільності



38

 GALDENT

УДК: 616.71-089.843-77

Динаміка морфологічної перебудови періімплантатної кістки та остеоінтеграції цирконієвих імплантатів

Dynamics of Morphological Reconstruction of Periimplant Bone and Osseointegration of Zirconium Implants

Потанчук А.М.¹, д.мед.н., проф.,
Криванич В.М.¹, Гегедуш В.², асп.,
Бако Й.², зав. лабораторії біоматеріалів,
Мищенко О.М.³, к.мед.н., ас.,
Русин В.В.¹, к.мед.н., доц.

¹Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна

²Дебреценський університет, Дебрецен, Угорщина

³Запорізький державний медичний університет, Запоріжжя, Україна

Potapchuk A.M.¹, Kryvanych V.M.¹,
Hegedus V.², Bakó Y.², Mishchenko O.M.³,
Rusyn V.V.¹

¹State Higher Education Establishment Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

²Debrecen University, Debrecen, Hungary

³Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine

Адреса для кореспонденції:

Потанчук Анатолій Мефодійович
e-mail: stomatkafedra@mail.ru

Мета: Експериментально вивчити морфологічні та морфометричні особливості перебудови кісткової тканини навколо цирконієвих і титанових імплантатів. **Методи:** На 6 самцях свиней породи дюрок виконали імплантацію в ділянці альвеолярного відростка нижньої щелепи, встановлюючи імплантати системи Zircon-Prior® (ПП «Ексіма», Україна) і титанові імплантати аналогічної конструкції та розмірів. Методом світлової та електронної мікроскопії досліджували перебудову кісткової тканини на шліфах, виготовлених із недекальцинованої кістки разом з імплантатом. **Результати:** Встановили, що в результаті процесів репаративної регенерації як титанові, так і цирконієві імплантати при імплантації у кістку через певний час оточує кісткова тканина. Визначили, що навколо цирконієвого імплантату більші ділянки кісткової тканини безпосередньо контактували з його поверхнею – індекс остеоінтеграції через 3 та 6 місяців був вищий на 27,1 та 19,9%, а показники обсягу кісткової тканини через 6 місяців – на 15,6% більші, ніж у титанових. Також з'ясували, що топографія різьби імплантатів впливає на процеси репаративної регенерації періімплантатної кістки. **Висновки:** В експериментальних умовах на тваринах довели динамічність репаративної регенерації та процесу ремоделювання кісткової тканини під час остеоінтеграції імплантатів. При цьому індекс остеоінтеграції був вищим у цирконієвих імплантатів, а обсяг кісткової тканини в ділянці мікрорізьби значно перевищував ці показники в ділянці макрорізьби.

Ключові слова: цирконієві та титанові імплантати, морфологія кісткової тканини, остеоінтеграція.

Purpose: To study in experiment the morphological and morphometric characteristics of bone rebuilding around zirconium implants compared to titanium ones. **Methods:** In experiment on 6 male duroc pigs the implantation of Zircon-Prior (PE «Exima», Ukraine) and titanium implants of similar design and size was carried out into the alveolar bone of mandibula. Using methods of light and electron microscopy the bone rebuilding was studied on shlifts made of non-decalcinated bone together with the implant. **Results:** It was established as a result of reparative regeneration processes the implant in the bone after a certain time was surrounded by bone tissue as for titanium so for zirconium implants. A larger area of bone tissue was in intimate contact with the surface of implants – the index of osseointegration at the period of 3 and 6 months was higher by 27,1 and 19,9%, the bone area after 6 months – more by 156% around zirconium implant than in titanium ones. It was also established that the topography of the implants thread affects the processes of reparative regeneration of the periimplant

bone. **Conclusions:** In experimental conditions in animals it was found that reparative regeneration and remodeling of bone is a dynamic process of implants osseointegration. The osseointegration index was higher around zirconium implants and the area of bone near micro-thread was much higher than around macro-thread.

Key words: zirconium and titanium implants, bone morphology, osseointegration.

Вступ

У практичній імплантології застосовують численні українські та закордонні системи титанових імплантатів [1, 2]. Сплави титану, як правило, залишаються основним матеріалом вибору для виготовлення ендосальних елементів дентальних імплантатів, хоча тривають подальші дискусії щодо властивостей титану і його сплавів [3–6]. На сьогодні сплави цирконію як імплантаційний та конструктивний матеріал у щелепно-лицевій хірургії стали перспективною альтернативною титану [7, 8]. Він викликає зацікавлення з огляду на фізико-механічні та біохімічні характеристики. Фірма «Straumann» розробила новий сплав титану і цирконію для виготовлення дентальних імплантатів – Roxolid з високими інтеграційними характеристиками [9]. На підставі порівняльних клініко-біологічних параметрів, цирконієвий сплав E-125 відповідає вимогам стандарту ISO [8, 10]. На ринку України представлена принципово нова вітчизняна сертифікована система імплантатів Zircon-Prior® (ПП «Ексіма», Україна), виготовлена з кальцій-термічного цирконію (сплав КТЦ-125). Сплави цирконію не містять токсичних хімічних елементів, характеризуються біоінертністю, міцністю, текучістю, високою стійкістю до дії біологічних середовищ, здатністю утворювати захисну оксидну плівку з остеокондуктивними властивостями та високою активністю до клітинної адгезії біомолекул на своїй поверхні. За деякими показниками прі-

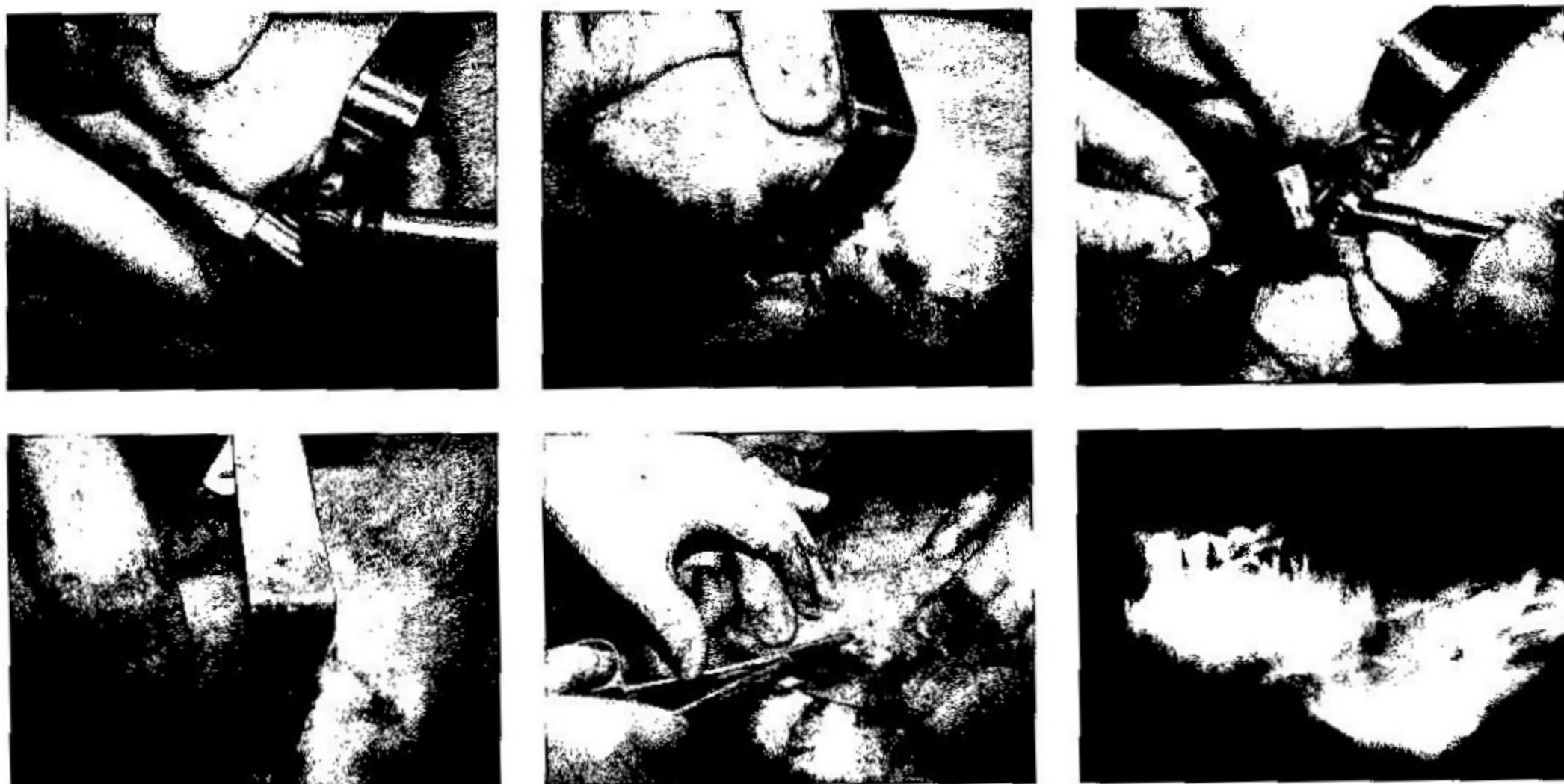
оритетніші за раніше використовувані біоматеріали. Вітчизняний досвід застосування сплавів цирконію в імплантології мінімальний, проте навіть одиничні експериментальні та клінічні спостереження дають підстави стверджувати про їх перспективність [10, 11].

Матеріал і методи

Для обґрунтування ефективності дентальної імплантації із застосуванням імплантатів системи Zircon-Prior® (ПП «Ексіма», Україна) провели серію експериментів на 6 самцях свиней породи дюрок віком 6 місяців, масою тіла 40–60 кг. Дослідження виконували відповідно до загальних етичних вимог до використання хребетних тварин у медичних і біологічних експериментах [12]. Під комбінованим знеболенням (гексинал 5% 1 г, реланіум 10 мл, тіопентал 0,5 г на 10 мл фізіологічного розчину) та інфільтраційною анестезією Sol. Ultracain 2% виконували розріз у ділянці симфізу нижньої щелепи і встановлювали імплантати системи Zircon-Prior® (ПП «Ексіма», Україна) діаметром 3,75 мм, довжиною 10 мм та титанові імплантати аналогічної конструкції та розмірів зі сплаву BT 1-00. Ділянку обрали з огляду на достатній шар кортикальної та спонгіозної кістки, оптимальний за обсягом для проведення імплантації. Імплантати встановлювали відповідно до хірургічного протоколу з використанням набору інструментів системи Zircon-Prior® (ПП «Ексіма», Україна). Кожній

піддослідній тварині встановили по 2 цирконієвих і 2 титанових імплантати на віддалі 10 мм один від одного. Рану ушивали пошарово розсмоктувальним матеріалом. Послідовність застосованого протоколу експерименту представлена на мал. 1.

Тварин виводили з експерименту через 3–6 місяців після операції. Проводили рентгенографію нижньої щелепи з якої випилювали фрагмент недекальцинованої кістки разом з імплантатом для виготовлення шліфів і подальшого їх дослідження. Дегідратований кістковий блок з імплантатом розміщували у спеціальну форму з позиціонуванням блоку, що впливає на орієнтацію площини перерізу. Епоксидну смолу застосовували у вакуумних умовах упродовж 15 хв. для фіксації (Struers ClioVac). Наступного дня після полімеризації з досліджуваної ділянки блоку за допомогою мікротома для твердих тканин (Leitz 1600) за позадочною віссю виокремили фрагменти товщиною 1 мм. Виокремлені фрагменти наклеїли на поверхню слайду за допомогою термопластичного клею (Ikaс-Maghr 4). Прилад контролю тиску використовували для досягнення стійкого процесу аглютинації. Шліфування зрізів дозволило стоншати їх до 8–12 мікрон (LaboPol 35, «Struers», США). Надалі шліфи забарвлювали гематоксилін-еозином. Отримані зрізи дозволяють дослідити і визначити безпосередній контакт імплантатів з кістковою тканиною, а також клітинний склад кістки в ділянці контакту та ділянці, віддаленій від імплантатів.



Мал. 1. Послідовність проведення дентальної імплантації за протоколом експериментального дослідження

Під час дослідження застосовували морфологічний метод для якісної характеристики новоутворених тканин навколо імплантів, а також морфометричний – для визначення таких показників:

- остеоінтеграція зразків (обсяг ділянки безпосереднього контакту поверхні імплантату з кістковою тканиною);
- щільності (площі) кісткової тканини навколо імплантів.

Морфометричні дослідження виконували за рекомендаціями Г.Г. Автанділова [12] з використанням квадратно-сітчастої окулярної вставки. Індекс остеоінтеграції визначали як співвідношення кількості точок-перетинів квадратно-сітчастої окулярної вставки, що припадали на кісткову тканину в ділянці контакту з імплантатом, до загальної кількості точок-перетинів за периметром імплантованого зразка. Досліджували по 2 зрізи з кожного імплантату. Кожен гістологічний препарат за периметром поверхні розподілили на 2 ділянки, залежно від топографії різьби: ділянка мікро-

різьби шийки імплантату у напрямку переходу спонгіозної кістки в губчасту та ділянка нижньої частини імплантату, де макрорізьба розташована у губчастій кістці.

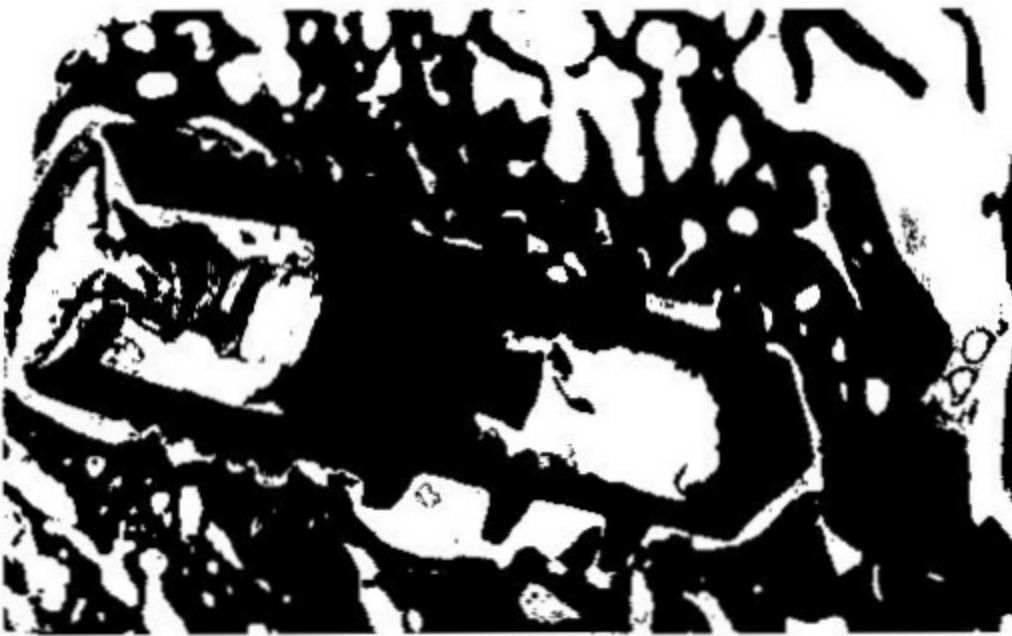
Щільність (площу) кісткової тканини навколо імплантів (умовні одиниці, ум. од.) визначали як кількість точок-перетинів квадратно-сітчастої окулярної вставки, що потрапляли на кісткову тканину навколо імплантів на площі 60 мм², а також на площі 30 мм² в ділянці шийки імплантів. Використовуючи мікроскоп МБС-9 при збільшенні 16 (ок. 8, об. 4), виконували морфометричні дослідження. Якісні характеристики кісткової тканини визначали за допомогою світлового мікроскопа Axiostar Plus (ок. 10, об. 4, 20, 40). Фотографували гістологічні препарати цифровою фотокамерою EOS 300 D.

■ Результати та їх обговорення

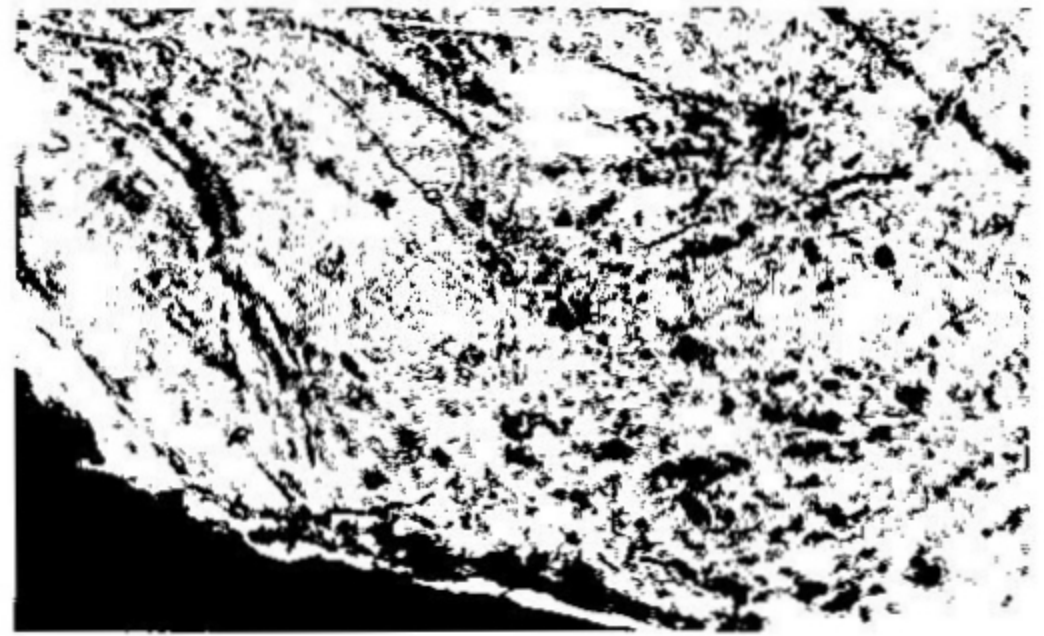
Структурну організацію кісткової тканини навколо імплантів вивчали

через 3 та 6 місяців після операції. Результати гістологічного дослідження через 3 місяці після імплантації показали певні зміни. За периметром імплантату локалізована пластинчаста кісткова тканина, а також волокниста щільна та пухка сполучна тканина (мал. 2). Щільне прилягання кісткової тканини до поверхні імплантату спостерігали лише на меншій частині його периметра. Траплялись поодинокі ділянки безпосереднього контакту кісткової тканини з поверхнею імплантату. За морфометричним аналізом встановили, що середні значення (n=6) індексу остеоінтеграції становлять $0,423 \pm 0,031$, тобто безпосередній контакт кісткової тканини з поверхнею імплантату спостерігали на 42% його периметра.

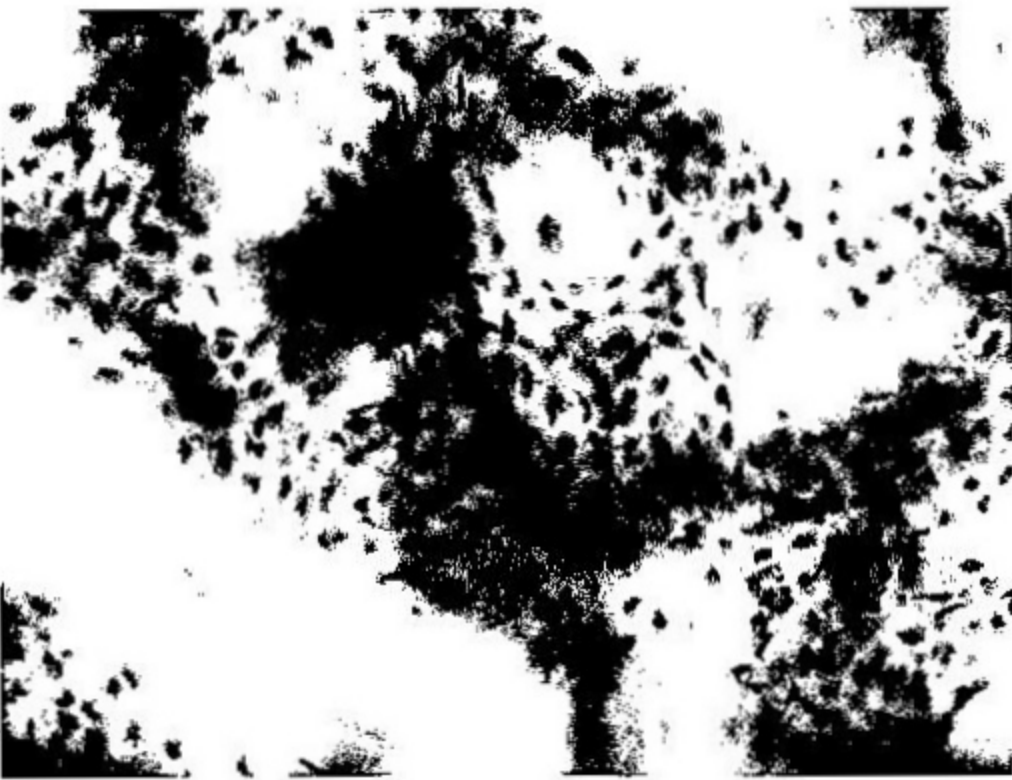
У матриці кісткової тканини навколо імплантату відзначили видовжені лакуни з остеоцитами, місцями – яскраво забарвлені. При щільному приляганні кісткової тканини та імплантату остеоцити перебували у безпосередній близькості від його поверхні. Ви-



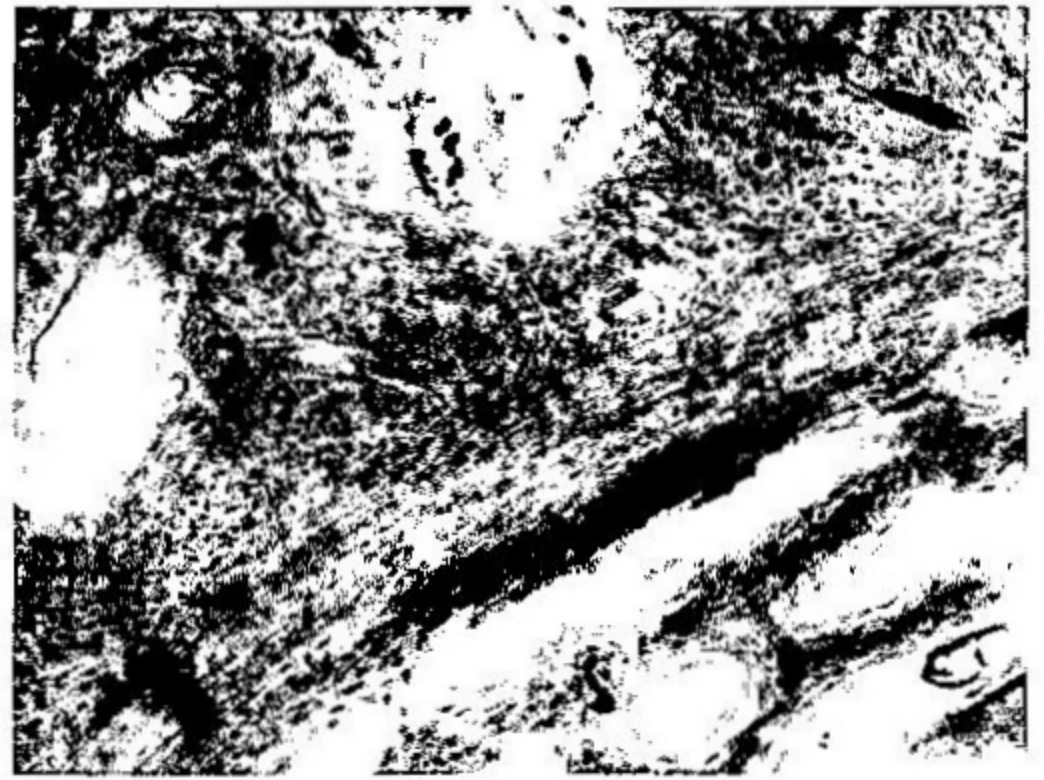
Мал. 2. Переріз титанового імплантату у кістковій тканині. На значній частині периметра імплантату порожнини заповнені сполучною тканиною; ок. 10, об. 4



Мал. 3. Ділянка щільного контакту кісткової тканини з імплантатом. Остеоцити в безпосередній близькості до поверхні імплантату. Судинний канал, ок. 10, об. 40



Мал. 4. Ділянка пластинчастої кісткової тканини на віддалі від імплантату. Численні яскраво забарвлені остеоцити в остеонних конструкціях, ок. 10, об. 40



Мал. 5. Ділянка пластинчастої та губчастої кісткової тканини на віддалі від імплантату. Численні остеоцити. Порожнини заповнені пухкою сполучною тканиною, деякі з кровоносними судинами, ок. 10, об. 40

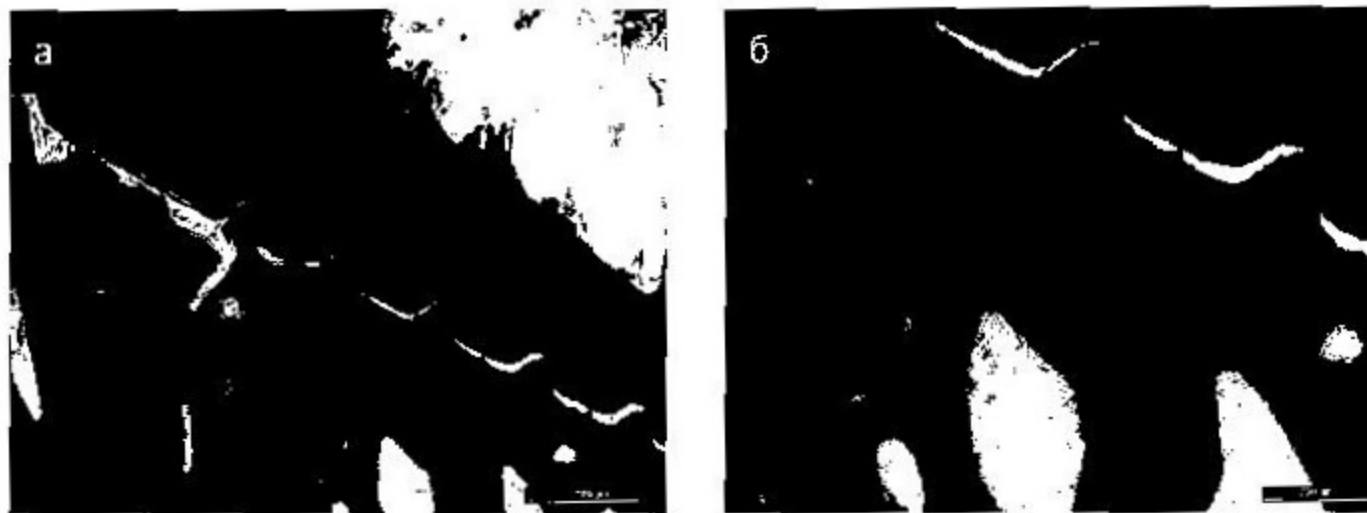
значали новоутворені остеони з 3–5 кістковими пластинками та відділені один від одного базофільними цементними лініями. У більшості остеонів цементні лінії без зазубрин, або прямі, або злегка вигнуті. Остеоцити в остеонах розташовуються концентрично навколо центрального каналу. Спостерігали численні судинні канали різного діаметра з клітинами у їх просвітах. Межі з'єднання новоутвореної кістки з материнською не визначали (мал. 3). Сполучна тканина поблизу поверхні імплантатів неоднорідної структури – місцями з незначною щільністю волокнистих структур та

клітинами, характерними для пухкої сполучної тканини. Місцями у сполучній тканині наявні щільно упаковані колагенові волокна. На віддалі від імплантату пластинчаста кісткова тканина характеризується наявністю остеонів різних розмірів, утворених 3–5 концентричними кістковими пластинками із забарвленими цементними лініями. Остеоцити розташовуються концентрично у кісткових пластинках остеонів, містяться у продовгуватих лакунах, мають крупні яскраво забарвлені ядра. У кістковій тканині визначаються порожнини різних розмірів, заповнені пухкою сполучною

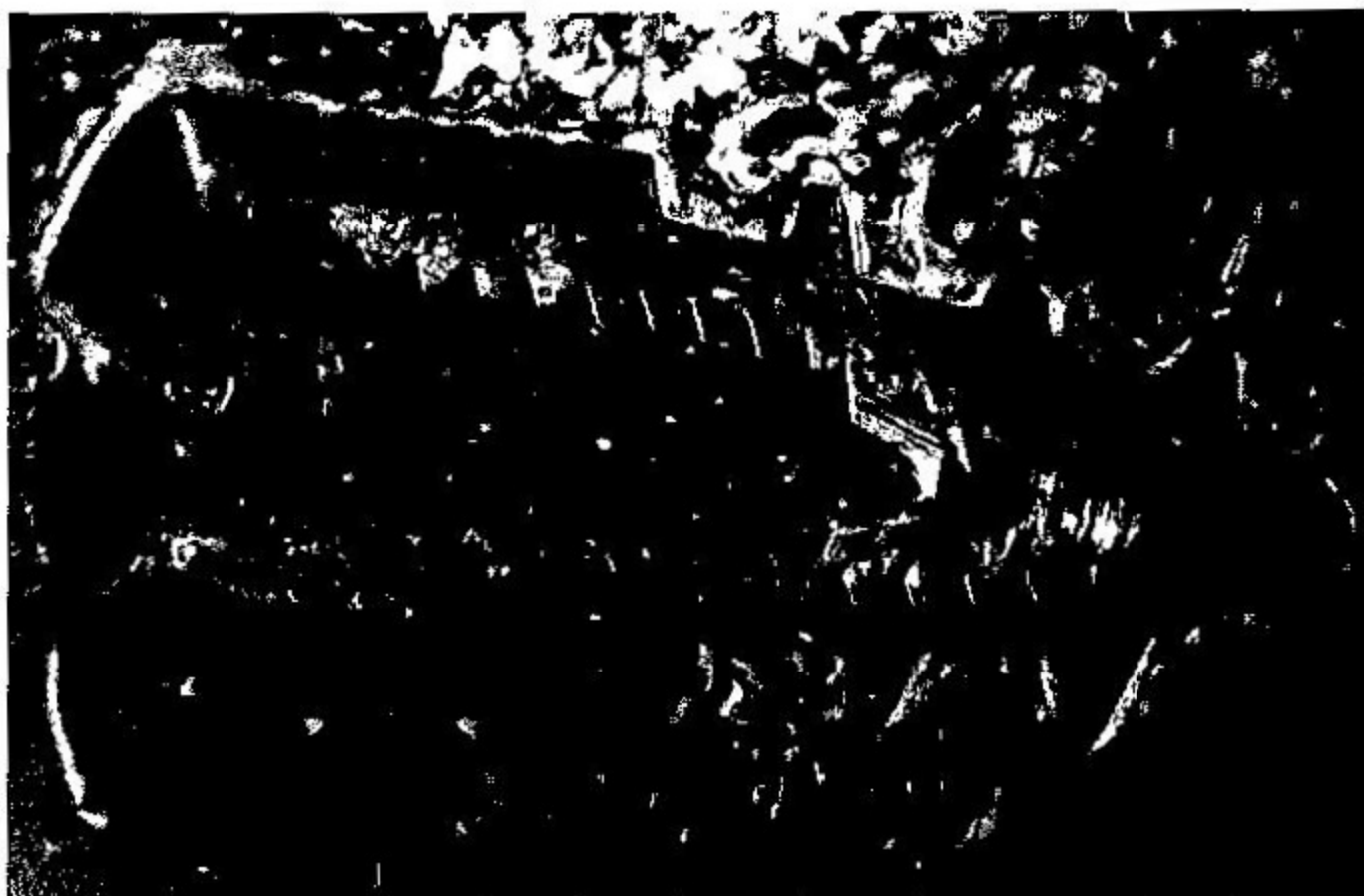
тканиною та жировим кістковим мозком (мал. 4).

Пластинчаста кісткова тканина відділяється від губчастої кістки поздовжніми кістковими пластинками з численними остеоцитами. Губчаста кісткова тканина, розташована на віддалі від імплантатів, представлена анастомозуючими кістковими трабекулами з високою щільністю остеоцитів на поверхні (мал. 5). У міжтрабекулярних просторах розташовані жовтий кістковий мозок та живильні канали. На більшій частині периметра імплантату відсутній безпосередній контакт з кістковою тканиною. В таких ділянках

розташовується щільна, місцями пухка сполучна тканина (мал. 6 а, б). За морфометричним методом визначили площу (щільність) кісткової тканини навколо імплантатів на певній ділянці, що становила $49,41 \pm 2,50$ ум. од. При цьому у верхній частині імплантатів (ділянка з рівномірно розташованими неглибокими виступами різьби) площа кісткової тканини дорівнювала $29,81 \pm 1,86$ ум.од., що становить 60% визначеної площі кісткової тканини навколо всього імплантату. Тобто навколо нижньої частини імплантатів щільність кісткової тканини була меншою майже на 20% від площі поблизу верхньої частини. Це вказує на те, що топографія різьби має значення і по-різному впливає на стан кісткової тканини при встановленні імплантатів та у процесі остеорепарації. Через 3 місяці після встановлення цирконієвих імплантатів виявили певні зміни. На шліфах кістки щелепи визначався переріз імплантату, розташованого у кістковій тканині. На відміну від титанового, на більшій частині периметра цирконієвого імплантату у безпосередній близькості до його поверхні відзначили кісткову тканину пластинчастої структури, що вростає у заглибини різьби, заповнюючи їх та щільно прилягаючи до поверхні імплантату (мал. 7). На більшій частині периметра імплантату спостерігали щільний контакт кісткової тканини з його поверхнею, без будь-якого прошарку іншої тканини. Добре визначались остецити у лакунах, які практично розташовувались у безпосередній близькості від поверхні імплантату (мал. 8). При порівнянні структурної організації кісткової тканини поблизу та на віддалі від цирконієвого імплантату з описаною у попередньому досліді (навколо титанових імплантатів) не встановлено значних відмінностей. У кістковій тканині виявляли остецити



Мал. 6. Ділянка кісткової тканини поблизу імплантату: а — порожнини у кістковій тканині заповнені пухкою сполучною тканиною. Пухка сполучна тканина навколо конструкції, ок. 10, об. 4; б — фрагмент мал. 6 а, ок. 10, об. 40



Мал. 7. Переріз цирконієвого імплантату у кістковій тканині. На значній частині периметра імплантату виявили кісткову тканину, сполучна тканина оточує нижню частину імплантату, ок. 10, об. 4

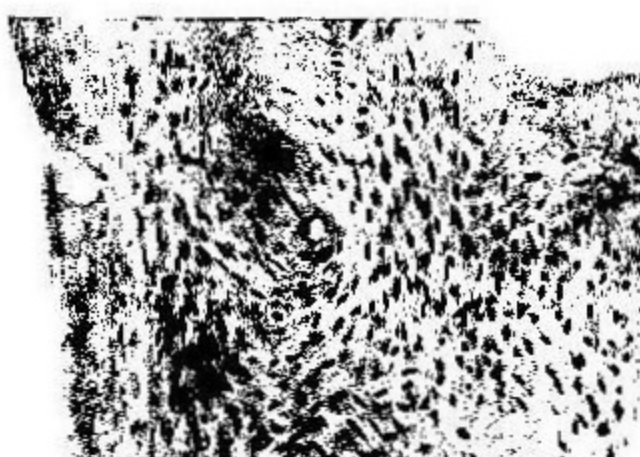
значної щільності, розташовані хаотично по кістковій тканині та концентровано по кісткових пластинках остеонів. Остеони поблизу поверхні імплантатів мали від 2 до 4 концентричних кісткових пластинок, що підтверджує високу активність процесу ремоделювання кісткової тканини. Вони відокремлювалися вставними кістковими пластинками та цементними лініями. У кістковому матриксі поблизу деяких остеочитів виявляли їх відростки, за допомогою яких остецити контактують між собою через кісткові каналці. Центральні канали деяких остеонів були розширені, в окремих визначали нашарування новоутвореної кісткової

тканини у ділянці центральних каналів, де відзначали остецити значної щільності (мал. 9).

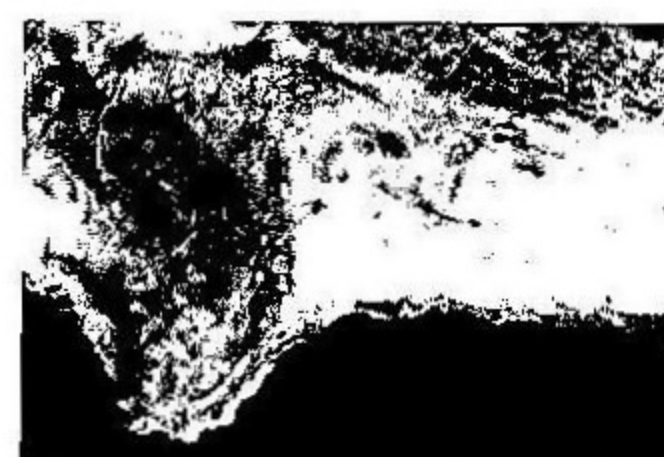
Місцями по периметру імплантату спостерігали щільну або пухку сполучну тканину. Щільна сполучна тканина характеризувалась наявністю колагенових волокон та клітин фібробластичного диферону між волокнами. Пухка сполучна тканина мала різноманітніший клітинний склад, з незначною щільністю тонких колагенових волокон. У пухкій сполучній тканині виявляли кровоносні судини різного калібру (мал. 10). Електронно-мікроскопічна картина поверхні кісткової трабекули поряд з цирконієвим ім-



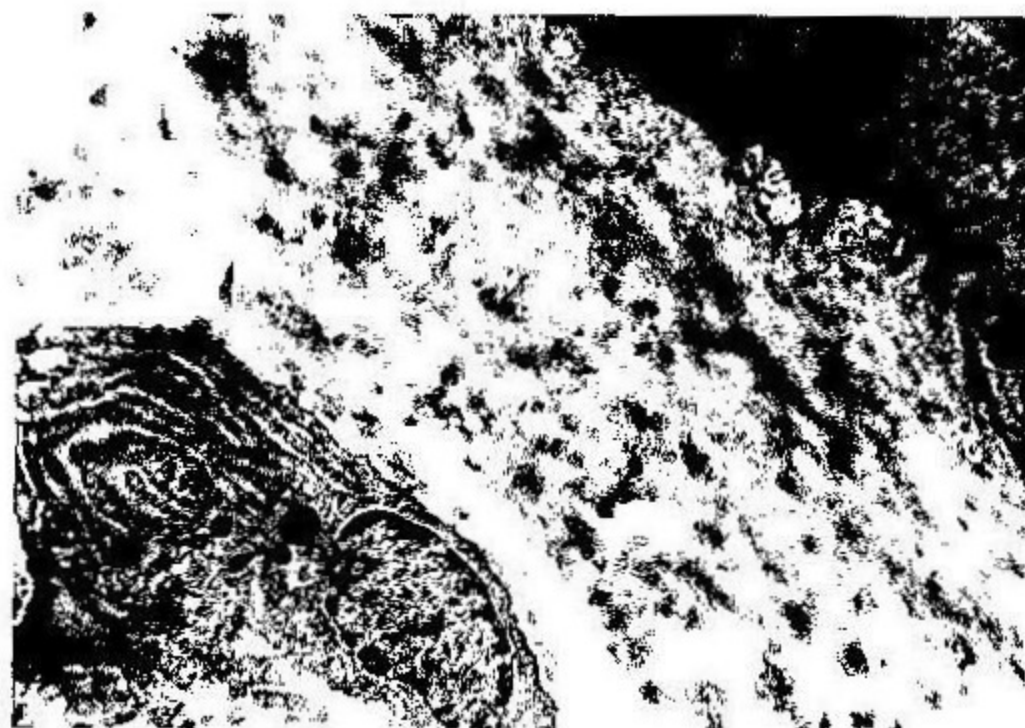
Мал. 8. Ділянка перерізу цирконієвого імплантату та кісткова трабекула на його поверхні зі значною щільністю остеоцитів. Жовтий кістковий мозок у міжтрабекулярній порожнині, ок. 10, об. 40



Мал. 9. Ділянка кісткової тканини на незначній віддалі від імплантату. Структури остеонів зі значною щільністю остеоцитів. Центральний кістковий канал остеона з кровоносною судиною, ок. 10, об. 40



Мал. 10. Ділянка кісткової тканини з остеоцитами у заглибині різьби. Пухка сполучна тканина з кровоносними судинами на межі з імплантатом, ок. 10, об. 40



Мал. 11. Фрагмент функціонально активного остеобласта на поверхні кісткової трабекули поряд з цирконієвим імплантатом. Молодий остеоцит із ексцентрично розташованим ядром і цитоплазмою з численними паралельними каналцями гранулярної ЕПС. Контрастовано за Рейнольдсом, x9600



Мал. 12. Фрагмент імплантату та ділянка кісткової тканини, ок. 10, об. 4

лантатом представлена на мал. 11. Індекс остеоінтеграції цирконієвих імплантатів, визначений морфометричним методом, був на 27,1% статистично вірогідно вищим за показник у титанових імплантатів (табл. 1). Площа кісткової тканини навколо цирконієвих імплантатів на 16% перевищувала показники у титанових імплантатів (табл. 1). Більші показники площі кісткової тканини навколо цирконієвих імплантатів можуть бути обумовлені складом матеріалу, тобто вираженішими біосумісними властивостями цирконію, порівняно з титаном. Як у випадку з титановими імплантатами, площа кісткової тканини в ділянці мікрорізьби значно перевищувала

площу кісткової тканини в нижній частині імплантату з макрорізьбою. Саме у цій частині імплантату по його периметру спостерігали сполучну тканину (мал. 7). Площа кісткової тканини в ділянці шийки становила 64,7% від показників загальної площі кісткової тканини навколо імплантату. Аналіз результатів досліджень, одержаних через 6 місяців після імплантації титанових імплантатів, дозволив виявити певні зміни. Значних відмінностей у структурній організації кісткової тканини навколо титанових імплантатів через 6 місяців після імплантації при порівнянні з описаною на термін 3 місяці не виявили. Як і в попередній термін спостереження, на

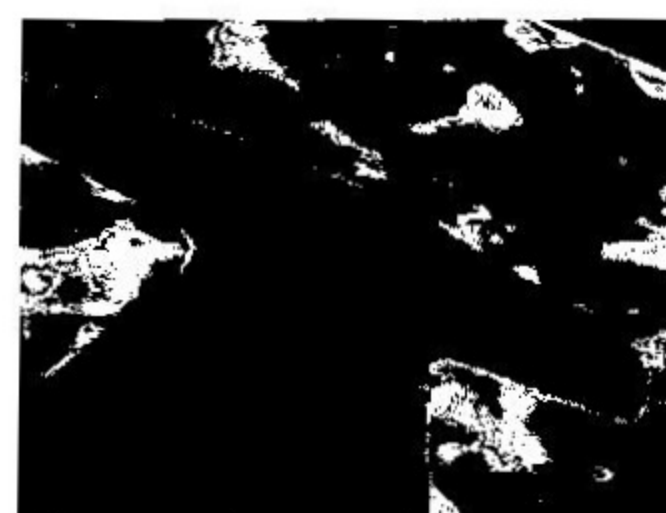
значній частині периметра імплантату спостерігали сполучну тканину як щільну волокнисту, так і пухку (мал. 12). Кісткову тканину пластинчастої структури з остеонними конструкціями виявили на 59,7% периметра імплантату. Індекс остеоінтеграції був на 28,7% статистично вірогідно вищим від встановленого на попередній термін. Це вказує на те, що остеорепаративний процес та процес ремоделювання кісткової тканини продовжуються і площа кісткової тканини збільшується. Площа кісткової тканини навколо імплантатів була статистично більшою на 20% від показників попереднього терміну (табл. 2). Збільшення щільності кісткової тканини в ділянці шийки імплантатів



Мал. 13. Фрагмент імплантату та ділянка кісткової тканини. Пухка сполучна тканина всередині різьбової конструкції. У міжтрабекулярних просторах кісткової тканини навколо імплантату — жовтий кістковий мозок, ок. 10, об. 4



Мал. 14. Ділянка кісткової тканини на віддалі від імплантату. Остеонні конструкції з численними остеоцитами, ок. 10, об. 40



Мал. 15. Фрагмент цирконієвого імплантату, оточений на більшій частині периметра кістковою тканиною, ок. 10, об. 4

при порівнянні з попереднім терміном дослідження не встановили. Так, площа кісткової тканини в ділянці шийки імплантатів становила 57,6% від загальної площі кісткової тканини навколо них. На віддалі від імплантату спостерігали пластинчасту кісткову тканину з остеонними конструкціями. На концентричних кісткових пластинках остеонів розташовувались численні остеоцити. Місцями визначались поодинокі порожнини різних розмірів, заповнені жовтим кістковим мозком або пухкою сполучною тканиною. Губчаста кісткова тканина представлена сіткою кісткових трабекул, на яких визначається значна щільність остеоцитів у лакунах. Порожні лакуни без остеоцитів також виявляли у ділянці кісткової тканини, проте їх кількість була незначною (мал. 14). Через 6 місяців після встановлення цирконієвих імплантатів спостерігали зміни, відображені на мал. 15.

На зрізах-шліфах цирконієві імплантати розташовані у кістковій тканині. На більшій частині периметра імплантатів відзначається кісткова тканина пластинчастої структури. Визначений індекс остеоінтеграції на 21,7% та 19,9% статистично достовірно перевищував показники на попередній термін та, порівняно з титановими імплантатами, на вказаний термін (табл. 2).

Таблиця 1. Морфометричні показники індексу остеоінтеграції та площі кісткової тканини навколо титанових імплантатів через 3 місяці після імплантації, n=6

Визначені показники	Титановий імплантат	Цирконієвий імплантат
Індекс остеоінтеграції P	0,42±0,03	0,58±0,04 <0,05
Площа (ум. од.) кісткової тканини навколо імплантатів у ділянці макрорізьби P	49,41±2,50	58,83±2,21 <0,05
Площа (ум. од.) кісткової тканини в ділянці шийки (мікрорізьба) імплантатів P	29,81±1,86	38,05±1,63 <0,05

Примітка: P — достовірність відмінностей показників для імплантатів із титану та цирконію

Таблиця 2. Морфометричні показники індексу остеоінтеграції та площі кісткової тканини навколо імплантатів через 6 місяців

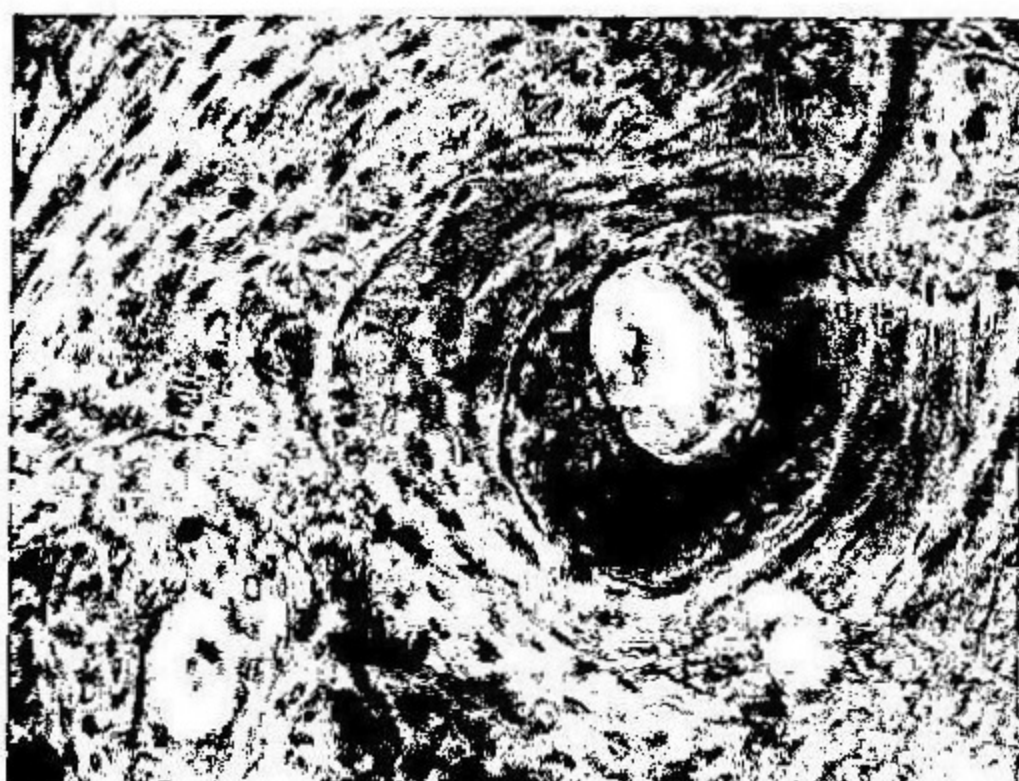
Визначені показники	Титановий імплантат	Цирконієвий імплантат
Індекс остеоінтеграції P, P ₁	0,597±0,036 P ₁ <0,001	0,745±0,039 P <0,05, P ₁ <0,05
Площа (ум. од.) кісткової тканини навколо імплантатів (макрорізьба) P, P ₁	61,81±3,39 P ₁ <0,05	73,21±1,38 P <0,05, P ₁ <0,001
Площа (ум. од.) кісткової тканини у ділянці шийки імплантатів (мікрорізьба) P, P ₁	35,52±1,92 P ₁ <0,05	46,87±2,51 P <0,05, P ₁ <0,05

Примітка: P — достовірність відмінностей показників для цирконієвих та титанових імплантатів; P₁ — достовірність відмінностей показників для цирконієвих імплантатів від попереднього терміну спостереження

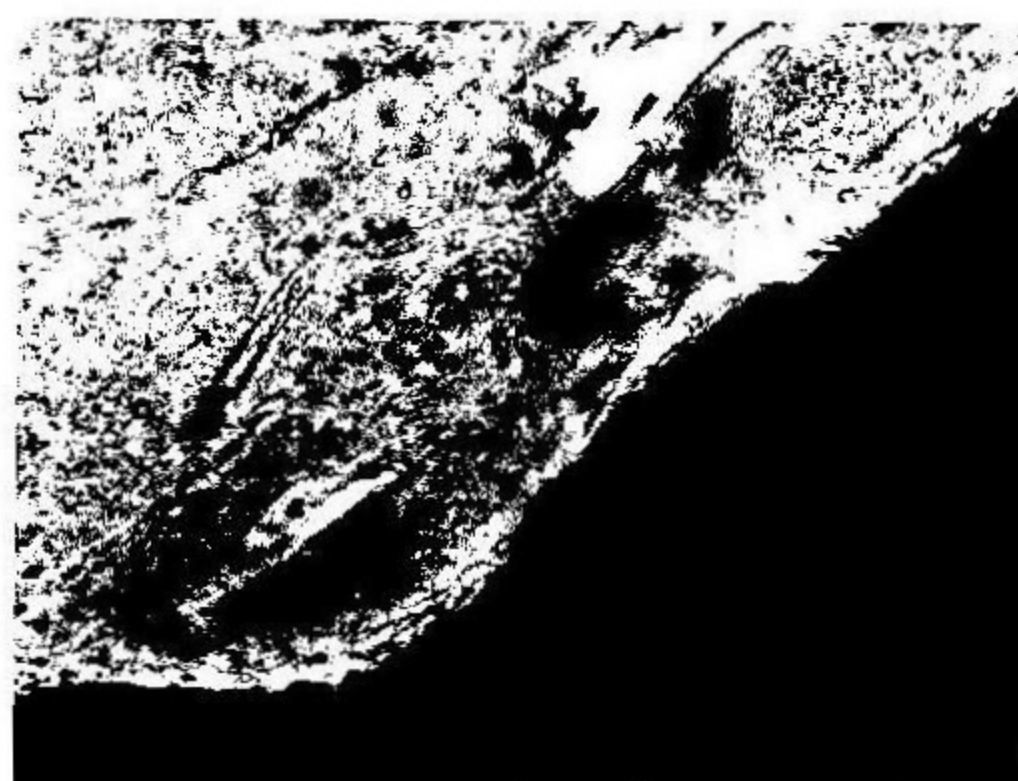
Остеони поблизу імплантатів характеризувалися невеликою кількістю (від 1 до 3) концентричних кісткових пластинок. Це підтверджує незначні темпи ремоделювання кісткової тканини, тобто стабільність кістки. Спо-

стерігали значну щільність остеоцитів полігональної та овальної форми у концентричних кісткових пластинках остеонів (мал. 16).

Місцями чітко визначалися відростки остеоцитів, за допомогою яких вони



Мал. 16. Ділянка кісткової тканини поблизу імплантату. Остеони зі значною щільністю остеоцитів у продовгуватих лакунах, ок. 10, об. 40



Мал. 17. Ділянка кісткової тканини, яка щільно прилягає до поверхні імплантату. Численні остеоцити розташовані практично на поверхні імплантату. Судинні канали у кістковій тканині, ок. 10, об. 40

контактують між собою через кісткові каналці. Порожні лакуни без остеоцитів виявляли лише місцями – як у кістці віддалено від імплантів, так і поблизу них. Центральні канали остеонів невеликих діаметрів, мають рівномірні стінки та заповнені судинами. У кістковій тканині визначалися численні судинні канали різного діаметра. На значних ділянках по периметру імплантату спостерігали щільне прилягання кісткової тканини до його поверхні. Подекуди лакуни з остеоцитами розташовувалися практично на поверхні імплантів (мал. 17).

У внутрішніх відділах імплантів локалізувалась переважно пухка сполучна тканина. Лише місцями виявляли ділянки новоутвореної кісткової тканини у вигляді кісткових трабекул. Міжтрабекулярні простори таких трабекул були наповнені пухкою сполучною тканиною. На рівні ендосту (нижня частина фіксатора) кісткова тканина нещільно прилягала до поверхні імплантату на більшій частині його периметру. Між кістковою тканиною та імплантатом розташовувався шар сполучної тканини – місцями пухкої, подекуди щільної волокнистої. Між колагеновими волокнами відзна-

чили видовжені клітини фіброblastичного диферону. Проте при порівнянні з титановими імплантатами ділянки сполучної тканини значно менші, на що вказують і морфометричні дослідження площі кісткової тканини навколо імплантів. Так, площа кісткової тканини навколо цирконієвого імплантату була більшою на 19,6% та 15,6%, відповідно до показників попереднього терміну дослідження та порівняно з величиною площі кісткової тканини навколо титанового імплантату через 6 місяців (табл. 2).

У ділянці шийки (верхня частина імплантів) кількість і розміри просторів зі сполучною тканиною менші, ніж поблизу поверхні цирконієвих імплантів у ендосальній частині кістки (нижня частина імплантів) та у відповідних ділянках титанових імплантів. Це доводять показники морфометричних досліджень. Так, площа кісткової тканини в ділянці шийки поблизу цирконієвого імплантату перевищувала показники площі кісткової тканини навколо шийки титанового імплантату на 24,5% (див. табл. 2) і становила 63,7% від загальної площі кісткової тканини навколо імплантату. Тобто більша частина кісткової ткани-

ни на визначеній площі розташовувалась у ділянці шийки.

■ Висновки

Виконавши експериментальне дослідження, з'ясували, що при встановленні як титанових, так і цирконієвих імплантів через певний час відбуваються процеси репаративної регенерації. По периметру імплантів формується пухка та щільна сполучна тканина, а також пластинчаста кісткова тканина зі структурами остеонів та численними функціонально активними остеоцитами, на що вказує їх інтенсивне забарвлення. Добре відомо, що щільне прилягання кісткової тканини до імплантів без проміжного шару іншої тканини залежить від хімічного складу імплантату та топографії поверхні. Дослідженнями доведено, що при використанні цирконієвого імплантату більші обсяги кісткової тканини безпосередньо контактують з його поверхнею, ніж при застосуванні титанового імплантату, тому індекс остеоінтеграції вищий на 27,1 та 19,9% у цирконієвих імплантів на всіх термінах спостереження, відповідно 3 та 6 місяців. Навколо цирконієвих імплантів також спостерігається

більша щільність кісткової тканини, на що вказують показники площі кісткової тканини, що переважали через 6 місяців на 15,6% від площі кісткової тканини навколо титанових імплантів. Результати досліджень показали, що топографія різьби імплантів також має значення в умовах введення їх у кістку. Площі кісткової тканини як навколо титанових, так і цирконієвих імплантів

були більшими в ділянці шийки (верхньої частини імплантів), ніж у ділянці ендосту, де розташовується нижня частина імплантів, які відрізняються типом різьби. Площа кісткової тканини навколо вказаних ділянок імплантів була більшою при встановленні цирконієвих імплантів.

Автори висловлюють подяку декану стоматологічного факультету Дебре-

ценського університету (Угорщина), проф. Чаба Гегедуш, за сприяння у виконанні шліфів із недекальцинованої кістки разом з імплантатами та інтерпретації одержаних результатів морфологічних досліджень. Робота є фрагментом спільних досліджень у рамках договору про співпрацю Ужгородського національного університету та Дебреценського університету

■ Список використаної літератури

1. Мосейко О.О. Розробка та застосування стоматологічних титанових імплантів гвинтового типу з адаптивним моделюванням кісткового та імплантаційного ложа, автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. мед. наук; спец. 14.01.22 «Стоматологія» / О.О. Мосейко. — Одеса, 2005. — 18 с.
2. Угрин М.М. Експериментальна та клінічна оцінка застосування дентальних імплантів власної конструкції; автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. мед. наук; спец. 14.01.22 «Стоматологія» / М.М. Угрин. — Львів, 2007. — 19 с.
3. Han H.J. Multifactorial evaluation of implant failure: a 19-year retrospective study / H.J. Han, S. Kim, D.H. Han // *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* — 2014. — Mar-Apr.; 29(2). — P. 303-310 (doi: 10.11607/jomi.2869).
4. Johnson H.J. Biocompatibility test procedures for materials evaluation in vitro II Objective methods of toxicity / H.J. Johnson, S.J. Northrup, P.A. Seagraves // *J. Biomed. Med. Res.* — 1995 — Vol. 19. — P. 489-611.
5. Цитологічні особливості остеобластів, культивованих у присутності біоматеріалів з різною поверхнею / А.М. Потапчук, В.В. Русин, Й.Л. Шаркань, М.Ю. Січка, Ч. Гегедуш, В.М. Криванич // *Новини стоматології.* — 2010. — С. 33-37.
6. Біологічний вплив титану та цирконію з модифікованою поверхнею на цитологічні особливості культивованих остеобластів / А.М. Потапчук, В.В. Русин, Ч. Гегедуш, Й.Л. Шаркань, М.Ю. Січка, В.М. Криванич // *Тези IV Українського міжнародного конгресу «Стоматологічна імплантація. Остеоінтеграція».* — Київ, 2010. — С. 127-129.
7. Цирконій і титан / Е.В. Безгіна, О.Б. Кулаков, Л.В. Чилікин, К.И. Головин // *Институт стоматологии.* — 2001. — №3 (12). — С. 50-52.
8. Головин К.И. Клинико-экспериментальное обоснование ортопедического лечения с применением внутрикостных винтовых имплантатов из циркония: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук; спец. 14.00.21 «Стоматология» / К.И. Головин. — Москва, 2002. — 17 с.
9. Філлон М. Roxolid®: матеріал нових стратегій у дентальній імплантології. Використання імплантів Roxolid® для заміщення зубів у пацієнтів із гіподонтією. «TiZr змінив нашу впевненість в імплантатах малого діаметра». Інтерв'ю / М. Філлон, Д. Аубазак // *Імплантологія Пародонтологія Osteологія.* — 2014. — №1 (33). — С. 42-47.
10. Ярковий В.В. Обґрунтування застосування кальційтермічного цирконію в стоматологічній імплантології (експериментально-клінічні дослідження): автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. мед. наук; спец. 14.01.22 «Стоматологія» / В.В. Ярковий. — Полтава, 2001. — 15 с.
11. Morphological Estimation of Bone Tissue in Peri-Implant Zone if Using Dental Implants of Different Composition / O.N. Mischenko, I.N. Babich, N.V. Zaytceva, M.V. Pogorielov // *European Journal of Medicine.* — 2014. — Vol. 4, №2. — P. 72-86
12. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes / Council of Europe. — Strasbourg, 1986. — №123. — 52 p.
13. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия / Г.Г. Автандилов. — М.: Медицина, 1990. — 384 с.

Стаття надійшла в редакцію 12 травня 2015 року