

Summary

OUR EXPERIENCE IN THE TREATMENT OF CALCANEUS FRACTURES

Shimon V.M., Shereghii A.A., Alfeldii S.P., Shimon M. V.

Key words: Calcaneus bone, fracture, osteoplasty, bone density.

Treatment of Calcaneus fractures needs improvement of modern methods. The purpose of the work is to reveal the structural and functional advantages of the results of surgical treatment of patients with intra-articular fractures of the calcaneus with the use of bone plastic. Material and methods. Case histories of 51 patients treated surgically at the clinical bases of the Department of General Surgery between 2014–2019, retrospectively studied for impressionable intraarticular fractures of 53 calcaneus bones with displacement. The average age of trauma victims was 34.7 ± 1.6 years (26 to 51 years), women - 9 (17.64%), men - 42 (82.35%). All patients operated by open reduction and osteosynthesis (group A; n = 10; 19.6%), and in combination with an osteoplasty by autograft from the iliac crest, bioceramic implant (group B; n = 37; 80.4%). Results. At 18 months, excellent results (100–90 points for AOFAS) were achieved in 14 (41.6% - group A; 58.4% - group B) patients, good (89–80 points for AOFAS) in 23 (42, 8% - group A; 57.2% - group B) patients, satisfactory (79–70 points for AOFAS) - in 10 (60.0% - group A; 40.0% - group B) patients, unsatisfactory (less from 70 AOFAS points) - in 4 (75.0% - group A; 25.0% - group B) patients. Conclusions. The use of a bio-ceramic bone implant has proven to be a promising direction for osteoplastic interventions with good deformation resistance in the long term. Replacement of bone defect with an auto-osseous graft at the reference osteoplasty in separate terms showed higher bone density compared to none, but less than when using a bioceramic filler. Post-operative deformity of the calcaneus testifies to the difficulties of treatment of this pathology, which requires further search for the most optimal materials for replacement of the bone cavity in order to achieve the possibility of early mobilization, preservation of the anatomic structure of the calcaneus, congruence of joint surfaces, prevention of complications..

DOI 10.31718/2077-1096.19.3.95

УДК: 616.71-001.5-08:615.453:546.41'185

Шимон В.М., Алфелдїї С.П., Шимон В.М., Стойка В.В.

ВИКОРИСТАННЯ БІОСКЛА В ЛІКУВАННІ ПЕРЕЛОМІВ ТА ДЕФЕКТІВ ДОВГИХ КІСТОК

Ужгородський національний університет

Вступ. Одним із перспективних напрямлень в сучасній травматології і ортопедії при лікуванні уламкових переломів та дефектів кісток являється використання синтетичних кальцій-фосфатних біоматеріалів. Мета роботи: виявити особливості загоєння дефектів довгих кісток у щурів при імплантації кальцій фосфатних склокристалічних матеріалів, та обґрунтувати доцільність використання в клінічній практиці біоскла в комплексному лікуванні переломів та дефектів довгих кісток. Матеріали та методи дослідження. В нашій роботі використано біоактивний кальцій-фосфатний склокристалічний матеріал БС-11. В експериментальній частині проведено на 36 білих щурах. Тваринам відтворювали метафізарні в ділянках стегнової кістки з наступним заповненням біосклом. Результати дослідження та обговорення. Навколо імплантованих зразків ми спостерігали утворення фіброретикулярної тканини остеогенного типу і кісткової тканини різного ступеня зрілості на всі терміни. Відносний вміст кісткової тканини в регенераті навколо досліджуваних зразків БС-11 підвищувався зі збільшенням періоду спостереження і досягав 100 % через 30 діб після операції й на кінцевий термін дослідження навколо матеріалу утворилася кісткова тканина пластинчастої структури. У жодному випадку не встановлено ознак запалення або будь-якої клітинної реакції, що відображує біосумісність матеріалу. Висновки. У результаті морфологічного дослідження встановлено, що за умов введення циліндричних блоків, виготовлених із склокристалічних кальцій фосфатних матеріалів БС-11, у дистальній метафізі стегнової кістки щурів остеорапарація навколо них перебігає відповідно до загальновідомих стадій з утворенням кісткової тканини пластинчастої структури на кінцевий термін дослідження (90 діб). Даний матеріал може бути застосований для лікування дефектів довгих кісток різної етіології.

Ключові слова: біоскло, кераміка, дефекти кісток.

Вступ

В даний час на одне із ведучих місць в структурі захворювання виходить патологія кістково-м'язової системи. По даних різних авторів, як Українських, так і зарубіжних, такими патологіями страждають 12% і більше дорослого населення, а також ті, які хворіють неодноразово, їх кількість збільшується на 27-33%, при цьому се-

ред всіх випадків тимчасовій непрацездатності при травмах і хворобах кістково-м'язової системи приходить більш як 23%, а із загального числа тимчасової непрацездатності 31% [1].

Скло або автотрансплантати, що використовуються в даний час для заміщення кісткових дефектів і стимуляції процесів регенерації, не зовсім відповідають вимогам, які необхідні для

ефекту та досягнення бажань. Травматичність хірургічного втручання косметичний дефект, ризик запального процесу та ускладнення і можливість передачі відкритих інфекцій (ВіЛ, гепатит), а також вікові обмеження, висока дороговизна матеріалу, це невеликий перелік недоліків при введенні кераміки та автотрансплантатів [3,4,5,6].

Маючи великий об'єм літературних даних по цій тематиці не можна розглянути всі матеріали направлених на використання і їх покриття на їх основі, тому розглянемо наше дослідження, які відносяться до біоактивних кальцій фосфатних склокристалічних матеріалів та їх використання.

Одним із перспективних напрямків в сучасній травматології і ортопедії при лікуванні уламкових переломів та дефектів кісток, довгих кісток кінцівок являється використання синтетичних кальцій-фосфатних біоматеріалів. Цей матеріал, схожий по хімічному складу із скелетом, який володіє виключно хорошою біоактивністю і зв'язується з формуючою на їх поверхні з кісткою без формування проміжків.

Нами було проведено експериментально-морфологічне дослідження на білих щурах при імплантації в кістку кальцій фосфатних склокристалічних матеріалів, де було виявлено високу біосумісність, нерезорбуємість, остеодедуктивні якості.

Мета роботи

Виявити особливості загоювання дефектів довгих кісток у щурів при імплантації кальцій фосфатних склокристалічних матеріалів, та обґрунтувати доцільність використання в клінічній практиці біоскла в комплексному лікуванні переломів та дефектів довгих кісток.

Матеріали та методи дослідження

В нашій роботі використано біоактивний кальцій-фосфатний склокристалічний матеріал БС-11. В експериментальній частині проведено на 36 білих щурах. Тваринам відтворювали метафізарні в ділянках стегнової кістки з наступним заповненням біосклом. Метафізарний дефект формували в дистальному відділі стегнової кістки.

Операційне втручання було проведено в операційній експериментально-біологічній клініці ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. М.І. Ситенка НАМН України» з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей та вимог закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження»[1]. Протокол проведення експериментів на тваринах затверджений Комітетом з біоетики ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» (протокол № 161 від 23.01.2017 р.).

Незважаючи на те, що керамічні біоматеріали замінювали різні позиції в ортопедії та травматології, але ряд синтетичних матеріалів розши-

рюється, а тому в нашому дослідженні ми використовували імплантацію біоактивного кальцій-фосфатного склокристалічного матеріалу БС-11 із модифікованими фізико-хімічними властивостями в метафазі кістки білих щурів.

Експериментальні дослідження були проведені на 36 білих лабораторних щурах 6 міс. віку.

Тваринам контрольної та дослідної груп відтворювали дефекти стоматологічним бором діаметром 3 мм в метафізарній ділянці дистального відділу стегнової кістки. Для дослідження регенерації, що відбулася в дефекті, щурів дослідної групи виводили з експерименту на 7, 14, 30 та 90 добу шляхом передозування наркотичного препарату. Щурів контрольної групи виводили на 90 добу для порівняння шляхом використання морфометрії с дослідними тваринами.

Морфогенез регенерату не описували у зв'язку з детальним описом в науковій літературі подібних дефектів, відтворених на щурах [Лаврищева Г.І., Оноприенко Г.А., 1996, Дедух Н.В.2016].

Результати дослідження та обговорення

Ускладнень у післяопераційному періоді не спостерігали. На всі терміни спостереження тварини повністю навантажували кінцівку дослідження, характеризувалися нормальною руховою активністю, споживанням їжі та води. Матеріал легко видалявся після декальцинації у вигляді циліндричного блоку (як його і було імплантовано) на всі терміни виведення тварин з експерименту.

У процесі гістологічного аналізу через 7 днів після операції по периметру порожнини від видалених зразків у зоні кісткового дефекту виявлено утворення переважно фіброретикулярної тканини остеогенного типу, яка перевищувала відносну площу новоутвореної кісткової тканини у 2,16 разу (рис. 1, табл. 1).

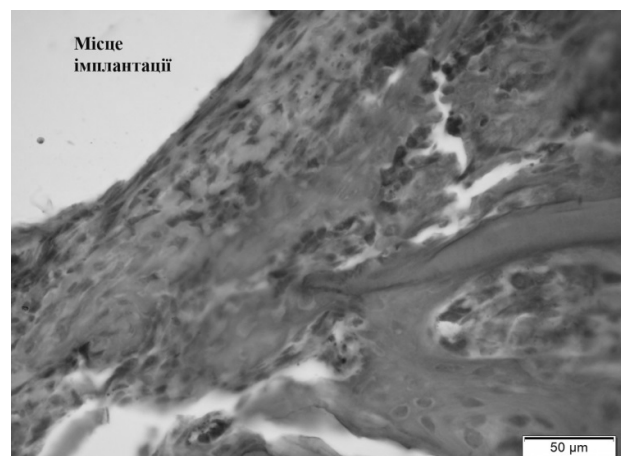


Рис. 1. Фрагмент дистального метафіза стегнової кістки щура через 7 днів після імплантації зразка БС-11. Фіброретикулярна тканина по периметру видаленого імплантату. Молоді кісткові трабекули з високою щільністю остеоцитів і остеобластів. Гематоксилін та еозин. 36. 200.

Фіброретикулярна тканина тісно контактувала з матеріалом імплантату і характеризувалася високою щільністю клітин остеобластичного та фібробластичного диферонів, містила кровоносні капіляри. Клітини витягнутої форми з великими гіпохромними ядрами розташовувалися між пучками колагенових волокон переважно з колагену I типу, про що свідчила яскрава червона рефракція у поляризованому світлі після забарвлення пікросиріусом червоним. Довга вісь клітин, як і пучків колагенових волокон, була спрямована паралельно поверхні імплантованого

матеріалу та, відповідно, під прямим кутом до прилеглих материнських кісткових трабекул.

Новоутворені кісткові трабекули виявляли між материнською кісткою та фіброретикулярною тканиною, розташованою по периметру порожнини від видаленого імплантату (рис. 1). На $(31,60 \pm 2,50)$ % протяжності периметру імплантату, розташованого у материнському ложі, визначено безпосередній контакт новоутвореної кістки з поверхнею склокристалічного матеріалу (табл. 1).

Таблиця 1
Відносний вміст тканин (%), утворених по периметру імплантованих склокристалічних матеріалів у дефекті дистального метафіза стегнової кістки щурів

Використаний для пластики матеріал, доба спостереження	Новоутворена тканина	
	Фіброретикулярна	Кісткова
БС-11 7-ма	$68,40 \pm 2,50$	$31,60 \pm 2,50$
14-та	$30,37 \pm 2,81^{1,2}$	$69,63 \pm 2,81^{1,2}$

Через 14 днів після операції по периметру ділянки видалення зразка розташовувалася грубоволокниста кісткова тканина, в якій визначали високу щільність остеоцитів. Її відносний вміст збільшився порівняно з попереднім терміном дослідження у 2,2 разу. По зовнішній поверхні новоутворених кісткових трабекул, які тісно, без будь-якої межі з'єднувалися материнською кісткою, як і на попередній термін дослідження, спостерігали остеобласти з ексцентрично розташованими ядрами та розвинутою базофільною цитоплазмою.

Остеобласти синтезували компоненти кісткового матриксу – це був колаген переважно I типу – в поляризованому світлі після забарвлення пікросиріусом червоним у новоутвореній кістковій тканині спостерігали переважно яскраву червону рефракцію.

Наявність колагену I типу навколо імплантованого склокристалічного матеріалу, який містить у складі кальцій і фосфор, вивільнення котрих передбачено, можна розглядати як позитивну ознаку. У міжтрабекулярних просторах відмічене утворення червоного кісткового мозку.

У прилеглих до зони імплантації материнських кісткових трабекулах відмічені незначні ділянки без клітин. Наявність на їхній поверхні молоді кісткової тканини, а також новоутворених кісткових трабекул у міжтрабекулярних просторах на віддаленні дефекту свідчить про репаративні процеси. У кортексі поблизу зони травми спостерігали розширені судинні канали, заповнені пухкою сполучною тканиною. Періост був розширений через активізацію остеогенного шару.

Через 30 днів після операції навколо ділянки імплантації, по всій довжині її периметру (100 %, тобто збільшення її відносного вмісту в 1,4 раза), відмічене утворення кісткової тканини, трабекули якої були спрямовані вздовж поверхні введеного матеріалу. Саме за цією ознакою, а також за наявністю невеличких ділянок без остеоцитів у прилеглих кісткових трабекулах мож-

на було відрізнити новоутворену кістку від материнської. Про реорганізацію кісткового регенерату свідчила наявність уламкових структур остеонів, нерівномірність цементних ліній.

У міжтрабекулярних просторах розташовувалася червоний кістковий мозок. Хоча на межі з порожниною від видаленого зразка в ньому спостерігали розширені кровоносні капіляри, не відмічено будь-якої негативної реакції клітин кісткового мозку на безпосередній контакт зі склокерамікою. Це є позитивною характеристикою в разі дослідження імплантаційних матеріалів, оскільки кістковий мозок є важливою ланкою кровотворення та функціонування імунної системи, а його порушення може призвести до негативних наслідків на рівні організму загалом.

Через 90 днів після операції навколо зразка БС-11 розташовувалася пластинчаста кісткова тканина, яка без чіткої межі переходила в прилеглу материнську (рис. 2).

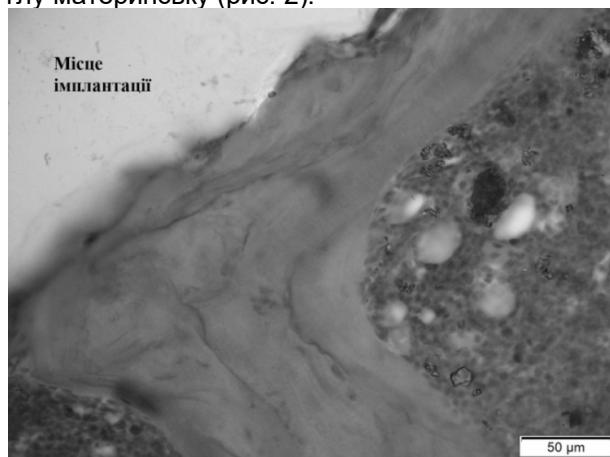


Рис. 2. Фрагмент дистального метафіза стегнової кістки щура через 90 днів після введення зразка БС-11. Відсутність різниці між новоутвореною і материнською кістковою тканиною. Гематоксилін та еозин. Зб. 200

У ній перебігали процеси ремоделювання, що відображувала базофілія цементних ліній, наявність резорбційних лакун, заповнених остеоїдом.

Ознак будь-якої клітинної реакції, у тому числі й на ділянках безпосереднього контакту кісткового мозку з ділянкою імплантації не виявлено.

Таким чином, у результаті морфологічного дослідження встановлено, що за умов імплантації блоків (діаметр 1 мм, висота 2 мм) склокристалічного матеріалу БС-11 у дистальний метафіз стегнової кістки щурів процес остеорепарації не порушувався та перебігав відповідно до загальновідомих стадій. У своєму дослідженні навколо імплантованих зразків ми спостерігали утворення фіброретикулярної тканини остеогенного типу (на 7 і 14-ту добу) і кісткової тканини різного ступеня зрілості на всі терміни. Відмічено, що відносний вміст кісткової тканини в регенераті навколо досліджуваних зразків БС-11 підвищувався зі збільшенням періоду спостереження (у 2,2 рази від 7 до 14-ї доби, в 1,4 – від 14 до 30-ї), досягав 100 % через 30 діб після операції й на

кінцевий термін дослідження (90 діб) навколо матеріалу утворилася кісткова тканина пластинчастої структури. Це свідчить про високі остеointegraційні й остеoіндукційні властивості досліджуваного матеріалу. У жодному випадку не встановлено ознак запалення або будь-якої клітинної реакції, що відображує біосумісність матеріалу.

Після проведеного експериментального дослідження нами було застосовано матеріал БС-11 в лікуванні переломів та для заміщення дефектів після ексхолеації пухлин довгих кісток. Так, нами було проведено лікування хворого Н., з багатоуламковим переломом верхньої третини діафізу правої плечової кістки. Хворому проведено оперативне втручання з відкритою репозицією відломків, фіксацією пластиною та гвинтами та пластиною дефекту матеріалом БС-11.

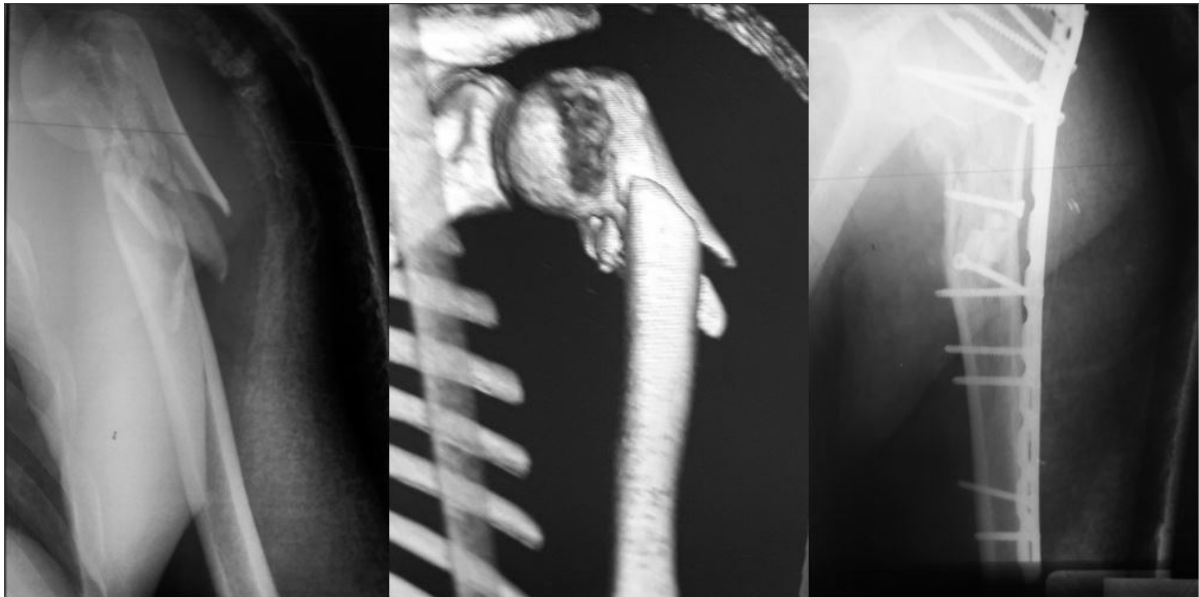


Рис.3. Клінічний приклад хворий Н., лікування перелому верхньої третини діафізу правої плечової кістки.



Рис. 4. Клінічний приклад лікування хворого Ш, з пухлиною дистального метафізу лівої стегнової кістки.

В іншому випадку проводилось заміщення дефекту після ексхолеації пухлини стегнової кістки матеріалом БС-11.

Ускладнень після імплантації матеріалу БС-11 не спостерігалось.

Висновки

У результаті морфологічного дослідження встановлено, що за умов введення циліндричних блоків, виготовлених із склокристалічних

кальцій фосфатних матеріалів БС-11, у дистальний метафіз стегнової кістки щурів остеорепація навколо них перебігає відповідно до загальновідомих стадій з утворенням кісткової тканини пластинчастої структури на кінцевий термін дослідження (90 діб). Даний матеріал може бути застосований для лікування дефектів довгих кісток різної етіології.

Література

1. Yevropeiska konventsia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei. [European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research and Other Scientific Purposes.] [Internet]. – Strasburh, 18 bereznia 1986 roku: ofitsiinyi pereklad. – Rezhym dostupu: http://zakon3.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=994_137.
2. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia: Zakon Ukrainy № 3447-IV vid 21.02.2006 r. [On the Protection of Animals from

Cruelty: Law of Ukraine No. 3447-IV of 21.02.2006] [Internet] / Verkhovna Rada Ukrainy. – Rezhym dostupu: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>

3. Sarkysov DS, Perov Yu. Mykroskopycheskaia tekhnika [Microscopic technique]. M.: Meditsina, 1996. 544s.
4. Avandylov H.H. Medytsynskaia morfometriia: Rukovodstvo. [Medical Morphometry: A Guide.] M.: Medytsyna, 1990. 384 s.
5. Lavryshcheva H.Y., Onopryenko H.A. Morfolohycheskye i klynicheskye aspekty reparatyvnoi reheneratsyy opornikh orhanov i tkanei. [Morphological and clinical aspects of the reparative regeneration of supporting organs and tissues.] M.: Medytsyna, 1996. 208 s.
6. Dedukh NV, Karpynskyi MYu, Lu Chzhou, Malyskyna SV. Reheneratsiia y mekhanycheskaia prochnost kosty v usloviakh ymplantatsyy ughlerodnoho materiyala. [Regeneration and mechanical strength of the bone under the implantation of carbon material] Ortopediia, travmatolohiia y protezyrovanye – 2016. – № 3. – S.41-47.
7. Schmitz N, Laverty S, Kraus VB, Aigner T. Basic methods in histopathology of joint tissues. Osteoarthritis Cartilage. 2010; 18, Suppl. 3: 113-6, doi: 10.1016/j.joca.2010.05.026

Реферат

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСТЕКЛА В ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ И ДЕФЕКТОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ.

Шимон В.М., Алфельд С.П., Шимон М.В., Стойка В.В.

Ключевые слова: биостекло, керамика, дефекты костей.

Введение. Одним из перспективных направлений в современной травматологии и ортопедии при лечении переломов и дефектов костей является использование синтетических кальций-фосфатных биоматериалов. Цель работы: выявить особенности заживления дефектов длинных костей у крыс при имплантации кальций фосфатных стеклокристаллические материалы, и обосновать целесообразность использования в клинической практике биостекла в комплексном лечении переломов и дефектов длинных костей. **Материалы и методы исследования.** В нашей работе использован биоактивный кальций-фосфатный стеклокристаллический материал БС-11. Экспериментальную часть проведено на 36 белых крысах. Животным воспроизводили дефект в бедренной кости с последующим заполнением биостеклом. **Результаты исследования и обсуждение.** Вокруг имплантированных образцов мы наблюдали образование фиброретикулярной ткани остеогенной типа и костной ткани различной степени зрелости на все сроки. Относительное содержание костной ткани в регенерате вокруг исследуемых образцов БС-11 повышался с увеличением периода наблюдения и достигал 100% через 30 суток после операции и на конечный срок исследования вокруг материала образовалась костная ткань пластинчатой структуры. Ни в коем случае не установлено признаков воспаления или любой клеточной реакции, отображает биосовместимость материала. **Выводы.** В результате морфологического исследования установлено, что в условиях введения цилиндрических блоков, изготовленных из стеклокристаллические кальций фосфатных материалов БС-11 в дистальный метафіз бедренной кости крыс остеорапація вокруг них протекает в соответствии с общеизвестными стадиями с образованием костной ткани пластинчатой структуры на конечный срок исследования (90 суток). Данный материал может быть использован для лечения дефектов длинных костей различной этиологии.

Summary

APPLICATION OF BIOGLASS IN THE TREATMENT OF FRACTURES AND DEFECTS OF LONG BONES

Shymon V.M., Alfeldii S.P., Shymon M.V., Stoika V.V.

Key words: bioglass, ceramics, bone defects.

One of the most promising trends in contemporary traumatology and orthopaedics towards the treatment of fractures and bone defects is the use of synthetic calcium-phosphate biomaterials. The purpose of this study is to identify the features of bone defect healing in rats during the implantation of calcium phosphate glass crystalline materials, and to substantiate the feasibility of the use of bioglass in the clinical treatment of fractures and defects of long bones. **Materials and methods.** In this study we used bioactive calcium-phosphate glass crystal material BS-11. The experimental part was performed on 36 white rats. The animals were subjected to defect modelling in the femur with following bioglass filling. **Results.** We observed the formation of osteogenic fibroreticular tissue and bone tissue of varying degrees of maturity around the implanted filling samples through all the healing periods. The relative content of bone tissue in the surrounding regenerated tissue around the studied samples BS-11 increased in parallel with the increase of the observation period and reached 100% in 30 days after the surgical operation and at the end of the study we registered the formation of bone tissue of the lamellar structure around the samples inserted. We observed no signs of inflammation or any cellular reaction in any of the cases studies that points out the biocompatibility of the material. **Conclusions.** Morphological study has demonstrated that the insertion of cylindrical blocks made of glass-crystalline calcium phosphate materials BC-11 in the distal metaphysis of the femur of rats and healing is accompanied with osteoregeneration around them in accordance with the conventional stages of the bone tissue formation. This material can be recommended for treating long bone defects of different aetiology.