

Шмельова Є.П.

студентка,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

МЕДИЧНИЙ АСПЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ БІОГЕННОГО ГІДРОКСИПАТИТУ В СУЧАСНІЙ МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Швидке та ефективне лікування кісткових травм та пошкоджень є однією з найбільших проблем сучасної медицини. При цьому пересадка ауто- чи аллоімплантів далеко не завжди повністю вирішує проблему, зважаючи на ряд біологічних та медичних показань [1; 2].

На даний час існує велика кількість штучно створених біоматеріалів для імплантації, які використовуються в кістковій хірургії, ортопедії і стоматології для заміни кісткової тканини. Найбільш перспективними є біоактивні матеріали, які поступово розчиняються у внутрішньому середовищі організму людини, приймають участь в його обмінних процесах і сприяють утворенню нової кісткової тканини. До них відносять кальційфосфатні матеріали: біоскло, синтетичний гідроксиapatит, трикальційфосфат, біогенний гідроксиapatит.

Оскільки гідроксиapatит є основним неорганічним компонентом кісткової тканини, саме він отримав найширше застосування у відновлювальній хірургії [3; 4]. Найбільш доступним і тому найчастіше застосовуваним є біогенний гідроксиapatит, який отримують із натуральних кісток великої рогатої худоби шляхом відпалу і помолу [5]. Однак, застосування такого біоматеріалу має ряд недоліків, основні з яких – потенційна імуногенність за причиною чужорідного матеріалу [6], а також вміст важких металів, які накопичуються у кістках протягом життя [7]. Відомо, що біогенний ГА у порівнянні з синтетичним зберігає вихідний хімічний склад і природну пористу структуру кісткового мінералу [8]. Удосконалення механічних і біохімічних властивостей композиційного матеріалу дозволить створити матеріали, наприклад, із застосуванням біоскла [9; 10].

До найбільш привабливих біокерамічних матеріалів для виготовлення заміників дефектних ділянок кісткових тканин людини належать системи, до складу яких входять сполуки кальцію і фосфору, зокрема, на основі БГА, що відповідає формулі $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2$. Це зумовлено їх подібністю з мінеральною складовою кістки як за хімічним складом так і за кристалічною структурою. На жаль, не вдається отримати чисту кераміку з необхідними властивостями на основі чистого БГА, що суттєво обмежує область її застосування. Чіткі перспективи при лікуванні невеликих кісткових дефектів має застосування регенераційного підходу, де на перше місце у матеріалів виходять їх біологічні властивості. Тому виникнення цілого ряду матеріалів на основі БГА, модифікованого різноманітними добавками, для збільшення чи зменшення певних фізико-механічних властивостей, є цілком логічним та вмотивованим.

Після виявлення факту наявності механізмів синтезу живими істотами, людиною зокрема, наночастинок оксидів заліза шляхом біохімічних процесів –

процесів біологічно контрольованої мінералізації – постало питання про роль цих кристалів у функціонуванні організму.

Залізо здійснює свою біологічну функцію головним чином у складі інших біологічно активних з'єднань, переважно ферментів. Залізовмісні ферменти виконують чотири основні функції:

- транспорт електронів (цитохроми, железосеропротеїди);
- транспорт і депонування кисню (гемоглобін, міоглобін);
- участь у формуванні активних центрів окислювально-відновних ферментів (оксидази, гідроксилази, СОД і ін.);
- транспорт і депонування заліза (трансферин, гемосидерин, феритин).

Відомо, що наявність заліза при його внутрішньовенному введенні заліза тваринам позитивно впливає на створення біоapatиту в остеїдній субстанції піддослідних тварин [11].

На основі заліза можуть бути створені препарати медичного призначення для направленої транспорту ліків, для вибіркової сорбції на клітинах з метою їх стимуляції [12]. Такі препарати створюють у вигляді мазей та гелів, тому використання їх для заміни ушкоджених ділянок кісток не є можливим у зв'язку з відсутністю певної геометричної форми та відповідної механічної міцності.

Було встановлено, що хронічний дефіцит заліза призводить до затримки дозрівання колагену в стегновій кістці та порушення фосфорно-кальцієвого метаболізму. В той же час надлишок заліза зумовлений порушеннями гомеостазу чи надлишковим його попаданням в організм, інгібує метаболізм остеобластів. З огляду на наведені кількість добавки наномагнетиту для імплантованого в людський організм матеріалу не повинна перевищувати 2% мас. При цьому такі модифікуючі частинки повинні володіти принаймні двома властивостями:

- біосумісність нанокристалів (вони не повинні бути токсичними для організму);
- розчинність у рідинах організму (що, власне, забезпечує транспортування током крові, всмоктування в різні органи) [2; 13-16].

Виходячи з вищевказаного застосування оксиду заліза при створенні композитної системи на основі біогенного гідроксиapatиту дозволяє не лише стимулювати дозрівання колагену та нормалізувати фосфорно-кальцієвий метаболізм, а й дасть змогу досягти необхідної швидкості біодеградації імплантованого матеріалу що відповідатиме швидкості формування кістки з урахуванням методики лікування, властивостей багатофазного матеріалу і вікових та фізіологічних особливостей організму пацієнта.

Список використаних джерел:

1. Отиченко О. М. Вплив фазового складу та дисперсності на біохімічні властивості легованого наномагнетитом гідроксиapatиту / О. М. Отиченко, О. Р. Пархомей, І. В. Уварова // Наноструктурное материаловедение. – 2015. – С. 86–92.
2. Отиченко О. М., Пінчук Н. Д., Пархомей О. Р. та ін. // Нанострукт. Материаловед. 2014. № 2. – С. 45.
3. Остеопатит керамический – новое слово в остеопатии [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://doviendi.ru/?p=10482>

4. Drouet C. Nanocrystalline apatites: From powders to biomaterials / [C. Drouet, F. Bosc, M. Vanu, et al.] // Powder Technology. – 2009. – Vol. 190, Issue 1 – 2. – P. 118-122.
5. Пат. № 2233177 РФ, 2012. Арсеньев П. А., Арсеньев И. П., Балин В. Н. Балин Д. В., Тихонов Н. Н., Трезвов В. В., Трезвова Н. В., Феоктистов А. Ф., Романов А. В. Цемент для замещения костной ткани // Патент России № 2233177. 2012.
6. Эппле М. Биоматериалы и биоминерализация / Матиас Эппле. – Томск: Ветер, 2007. – 165 с.
7. Куляшова К. С. Получение синтетического гидроксиапатита для формирования биопокровов на имплантатах медицинского назначения / К. С. Куляшова, Ю. П. Шаркеев. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – № 19. – С. 447–453.
8. Oktar F. N. Microstructure and mechanical properties of sintered enamel hydroxyapatite / F. N. Oktar // Acta Biomaterialia. – 2007. – Vol. 33, Issue № 7. – P. 1309–1314.
9. Padilla S. Hydroxyapatite SiO₂ – CaO – P₂O₅ glass materials: In vitro bioactivity and biocompatibility / [S. Padilla, J. Roman, S. Sanchez Salcedo, M. Vallet-Regi] // Acta Biomaterialia. – 2006. – Vol. 2, Issue 3. – P. 331-342.
10. Байтус Н. А. Синтетические остеопластические препараты на основе гидроксиапатита в стоматологии / Н. А. Байтус. // ВЕСТНИК ВГМУ. – 2014. – № 3. – С. 29-34.
11. Скоблин А. П. Микроэлементы в костной ткани / А. П. Скоблин, А. М. Белоус. – М.: Медицина, 1968. – 232 с.
12. Куцевська Н. Ф. Фізико-хімічні умови синтезу наноконструкційних ферромагнітних порошків для біомедичного використання / Куцевська Н. Ф. – Київ, 2003. – 39 с.
13. Наносистеми, наноматериали, нанотехнології / [О. Н. Отыченко, А. А. Куда, А. Р. Пархомей та ін.]. // Т. 11. – 2013. – № 4. – С. 797.
14. Отыченко О. М. Хімія та сучасні технології: збірник тез доповідей VII Міжнародного наук.-техн. конф. Студентів, аспірантів та молодих вчених. Дніпропетровськ, 2015. С. 41.
15. Наноструктурное материаловедение / [О. М. Отыченко, Н. Д. Пінчук, О. Р. Пархомей та ін.]. – 2014. – № 2. – С. 45.
16. Исследование влияния наномангнетита на свойства in vitro биогенного гидроксиапатита / [А. А. Куда, О. Н. Отыченко, А. Р. Пархомей та ін.] // Наносистеми, наноматериали, нанотехнології. – 2013. – № 4. – С. 197–804.