

УДК 620.3: 615.461

Гемай М.С., студентка спеціальності 132 Матеріалознавство
Науковий керівник: Слупська Ю.С., доцент кафедри механічної і біомедичної інженерії
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

НАНОСТРУКТУРОВАНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ІМПЛАНТІВ

Постійний розвиток медичних технологій вимагає від матеріалознавства нових рішень для забезпечення функціональної довговічності та біосумісності імплантів. Використання наноструктурованих матеріалів для покриття імплантів є важливим напрямом досліджень, який дозволяє забезпечити покращену адгезію, контрольоване вивільнення біоактивних речовин та стійкість до мікробної адгезії. Унікальні характеристики наноструктурованих матеріалів відкривають нові можливості для інженерії поверхонь імплантів, що може значно покращити їх ефективність та зменшити ризик післяопераційних ускладнень [1].

Мета роботи - здійснити комплексний аналіз можливостей застосування наноструктурованих матеріалів у покритті імплантів для підвищення їх біосумісності, тривалої функціональності та зниження ризиків запальних процесів.

Сучасні медичні імпланти зазвичай стикаються з численними викликами, серед яких - запальні процеси, відторгнення, колонізація патогенними мікроорганізмами та недостатня остеоінтеграція. Застосування наноструктурованих покриттів є важливим інноваційним підходом, що може подолати ці проблеми завдяки специфічним властивостям наноматеріалів. Нанопокриття, зокрема, можуть суттєво підвищити адгезію клітин, що є важливим для стабільної інтеграції імпланта з живими тканинами, а також зменшити ризик бактеріальних інфекцій, що є критичним для успішного постопераційного періоду [2,3].

Наноструктуровані матеріали, такі як оксиди титану, наночастинки срібла, графен, гідроксиапатит та інші біоматеріали, можуть бути застосовані як покриття для імплантів для поліпшення їх властивостей. Важливою перевагою оксидів титану є їх висока біосумісність та здатність до біоактивації поверхні, що сприяє адгезії клітин та регенерації тканин. Наноструктури титану на поверхні імплантів демонструють підвищену остеоінтеграцію завдяки збільшенню площі контактної поверхні та стимуляції клітинного росту. Цей процес забезпечує покращену стабільність імпланта в кістковій тканині та сприяє тривалій функціональності медичного пристрою [4,5].

Наночастинки срібла відомі своєю потужною антимікробною активністю, що обумовлено здатністю взаємодіяти з бактеріальними мембранами та інгібувати метаболічні процеси патогенів. Включення срібла до складу нанопокриття дозволяє забезпечити тривалий антимікробний ефект без необхідності використання антибіотиків, що є перевагою в умовах зростання антибіотикорезистентності. Крім того, контрольоване вивільнення срібла з покриття знижує ймовірність формування бактеріальних біоплівки, що значно зменшує ризик післяопераційних інфекцій.

Гідроксиапатит є основним неорганічним компонентом кісткової тканини, і його використання в якості нанопокриття є перспективним для покращення остеоінтеграції імплантів [2]. Завдяки своїй наноструктурі, гідроксиапатит не лише забезпечує ефективне механічне закріплення, але й сприяє активній регенерації кісткової тканини. Молекулярні зв'язки між гідроксиапатитом і живими клітинами сприяють швидкій адаптації імпланта до тканин організму, що є ключовим для його довготривалої стабільності.

Графенові наноструктури володіють високою електропровідністю, що дозволяє їх використовувати в імплантах, де потрібно контролювати електрохімічні процеси. Наявність графену може стимулювати клітинні процеси та сприяти регенерації тканин завдяки регульованому вивільненню біоактивних молекул. Завдяки цьому, графенові нанопокриття забезпечують потенційно більш стабільну інтеграцію імплантата з навколишніми тканинами, знижують ризик запалення та підтримують постійний регенеративний процес [6].

Висновки. Наноструктуровані матеріали для покриття імплантів є перспективним напрямом для підвищення функціональних характеристик медичних пристроїв. Такі покриття забезпечують унікальні антимікробні, біосумісні та регенеративні властивості, що суттєво підвищують ефективність імплантів та знижують ризик післяопераційних ускладнень. Використання наноструктурованих матеріалів дозволяє адаптувати поверхні імплантів до потреб конкретних типів тканин, що сприяє покращенню якості життя пацієнтів та зниженню вартості довготривалого лікування. Подальші дослідження в цій сфері сприятимуть розробці нових стандартів медичних покриттів, що забезпечать безпечну, тривалу та ефективну експлуатацію імплантів.

Список використаних джерел

1. Nanostructured Biomaterials for Regenerative Medicine; 2019. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Nanostructured Biomaterials for Regenera/sUK0DwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Nanostructured_Biomaterials_for_Regenera/sUK0DwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0)
2. Handbook on Nanobiomaterials for Therapeutics and Diagnostic Applications; 2021. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Handbook on Nanobiomaterials for Therape/jx39DwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Handbook_on_Nanobiomaterials_for_Therape/jx39DwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0)
3. Nanotechnology for Biomedical Imaging and Diagnostics, From Nanoparticle Design to Clinical Applications; 2015. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Nanotechnology for Biomedical Imaging an/-gl9BgAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Nanotechnology_for_Biomedical_Imaging_an/-gl9BgAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0)
4. Nanomaterials for Medical Applications, Zoraida Aguilar; 2012. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Nanomaterials for Medical Applications/sPgiWw_PGsC?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Nanomaterials_for_Medical_Applications/sPgiWw_PGsC?hl=ru&gbpv=0)
5. Biomaterials Surface Science; 2013. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Biomaterials Surface Science/9eEVAQAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Biomaterials_Surface_Science/9eEVAQAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0)
6. Biofunctional Surface Engineering; 2014. - Електронний ресурс [Режим доступу] - [https://www.google.com.ua/books/edition/Biofunctional Surface Engineering/8BXIAgAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0](https://www.google.com.ua/books/edition/Biofunctional_Surface_Engineering/8BXIAgAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0)