

УДК 617.58-77: 67.02

Мельниченко М.А.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.², Климук О.С.²

¹ Політехнічний ліцей НТУУ “КПІ” імені Ігоря Сікорського, Київ, пр.Берестейський 37, корпус 7, к.537, +380444572782, melnychenko.mykhailo@gmail.com, uis_oksspivak@ukr.net

² Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, пр.Берестейський 37, +38(044)2048249, ovkozlenko@gmail.com, klymuk.olena@iit.kpi.ua

«СУЧАСНЕ ПРОТЕЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D-ДРУКУ»

Анотація. В роботі розглянуто сучасні технології протезування кінцівок та суглобів. Показано, що найбільш перспективною є технологія 3D-друку. Розроблено прототип для протезування колінного суглобу.

Abstract. Modern technologies for limb and joint prosthetics are considered. 3D printing technology is stated to be the most promising among them. A prototype for knee joint prosthesis has been developed.

Ключові слова: протезування, 3D-друк, колінний суглоб.

Key words: prosthetics, 3D printing, knee joint.

У сучасному світі, проблеми збереження здоров'я та створення інклюзивного середовища для людей з особливими потребами набувають особливої актуальності. Україна, знаходячись у ситуації широкомасштабної агресії з боку РФ, зіткнулася зі зростанням числа людей з інвалідністю. Втрата кінцівок або ураження суглобів значно обмежують їх повсякденну активність та якість життя. Саме тому, використання технологій 3D-друку для створення протезів виявляється перспективним рішенням. Це дозволяє створювати індивідуально адаптовані протези, враховуючи анатомічні особливості користувача та вибираючи оптимальні матеріали з урахуванням якості та вартості.

Використання технології 3D-друку надає унікальні можливості для виробництва тривимірних структур, зокрема протезів. Така технологія передбачає додавання матеріалів шар за шаром, що складає сутність адитивного виробництва. Його застосування в медичній сфері дозволяє подолати обмеженість традиційних методів виготовлення прототипів, пов'язаних з хірургічними втручаннями [2].

Матеріали для 3D-друку в медичній сфері повинні відповідати високим стандартам біосумісності для інтеграції з тканинами організму. Природні полімери, такі як гідрогелеві альгірати, хітозан та желатин, зазвичай використовуються для біодрукування тканин і органів, забезпечуючи потрібну адгезію клітин [3]. Синтетичні полімери, такі як поліетиленгліколь (PEG), полі(молочна гліколева кислота) (PLGA) та поліуретан (PU), широко використовуються у 3D-друці завдяки їхнім регульованим механічним властивостям та біосумісності [4]. PLA, біорозкладний біопластик, виготовлений з відновлюваних рослинних джерел, є екологічно чистим та біокомпатибельним матеріалом, що робить його популярним в медичних застосуваннях, включаючи виготовлення протезів. Його легко обробляти та має високу біосумісність, що робить його ідеальним для використання в 3D-друку. Саме його було використано для створення майбутньої моделі нового протезу.

Головною метою протезування є відновлення або покращення фізичних можливостей людини, яка втратила частину свого тіла через травму, хворобу або інший негативний вплив. Серед різноманіття хвороб, що передбачають протезування, варто виділити такі як артроз та артрит, що в основному призводять до пошкодження хрящового покриву у колінному суглобі, що зумовлює лікування і подальше встановлення розробленої моделі протезу.

Автором розроблено прототип для протезування колінного суглобу. Ідея протезу полягає у відсіканні пошкоджених хрящових та меніскових поверхонь хірургічним шляхом, за яким слідує встановлення двостороннього протезу, що повторює форму суглобу. Структура

протезу складається з пластинки, до якої прикріплена форма, повністю повторюючи хрящ та відповідну йому частину менісків. Розмір цієї пластинки та обрізаної частини залежить від індивідуальних показників, отриманих після сканування суглобу хворої людини. Встановлюється протез на попередньо підготовлені кістки за допомогою кісткового цементу.

Після встановлення протезу майбутній успіх процедури та час відновлення залежать від декількох чинників. По-перше, вид процедури грає ключову роль: артроскопічна хірургія або хірургічне видалення ушкодженого хряща можуть знизити травматичність та сприяти швидкому одужанню порівняно з традиційним відкритим хірургічним втручанням. Другий чинник - використання передових технологій та біосумісних матеріалів для створення протезу, таких як полілактид, може підвищити його функціональність та сприяти швидшій інтеграції з навколишніми тканинами. Третім чинником є індивідуальні особливості пацієнта, такі як загальний стан здоров'я, рівень активності та вік, які можуть впливати на швидкість відновлення.

Проведення додаткових досліджень може дозволити широке застосування у майбутньому вищеописаного прототипу протезу для колінного суглобу, оскільки він вигідний з точки зору вартості виготовлення та може стати доступним більшій частині пацієнтів. Перспективи розвитку включають дослідження нових композитних матеріалів для поліпшення характеристик протезу та розробку більш компактного та ергономічного дизайну для зручності та природності рухів.

Висновки

У даній роботі було досліджено сучасні технології протезування кінцівок та суглобів, зокрема, акцентовано на перевагах технології 3D-друку. Розроблений прототип для протезування колінного суглобу виявляється перспективним у контексті вирішення проблем з рухом та функціональністю для пацієнтів.

Використання технології 3D-друку дозволяє створювати індивідуально адаптовані протези, враховуючи анатомічні особливості користувача, і вибирати оптимальні матеріали за критеріями якості та вартості. Відомо, що успіх процедури та час відновлення після встановлення протезу залежать від різних факторів, таких як вид процедури, використані технології та індивідуальні характеристики пацієнта.

Майбутні дослідження можуть сприяти розширенню застосування розробленого прототипу для колінного суглобу, зокрема, шляхом вдосконалення матеріалів та дизайну протезу. Впровадження таких інновацій може покращити доступність та ефективність протезів для широкого кола пацієнтів.

Література

1. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials URL:<https://doi.org/10.1007/978-981-15-5424-7> (дата звернення 4.12.2023)
2. Kong, Bin; Zhao, Yuanjin (2023-01). 3D Bioprinting for Biomedical Applications. BME Frontiers (англ.). Т. 4. ISSN 2765-031. URL: [doi:10.34133/bmef.0010](https://doi.org/10.34133/bmef.0010). (дата звернення 4.12.2023)
3. Axpe, Eneko; Oyen, Michelle (25 листопада 2016). Applications of Alginate-Based Bioinks in 3D Bioprinting. International Journal of Molecular Sciences. 17 (12):1976. ISSN 14220067. PMC 5187776. PMID 27898010. doi:10.3390/ijms17121976. (дата звернення 12.12.2023)
4. Wang, Xiaohong (25 листопада 2019). Advanced Polymers for Three-Dimensional (3D) Organ Bioprinting. Micromachines. 10 (12): 814. ISSN 2072-666X. PMC 6952999. PMID 31775349. doi:10.3390/mi10120814. (дата звернення 20.12.2023)