

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАМІНИ ПОШКОДЖЕНОГО СУГЛОБА ІМПЛАНТАТОМ

Харківський національний університет радіоелектроніки

Анотація. Основні причини, що призводять до порушення функції пальців кисті, є: внутрішньосуглобові переломи фаланг і п'ясткових кісток із дефектом суглобових поверхонь. Вибір раціонального комплексу лікування в рамках єдиної системи медичної реабілітації забезпечує найбільш раннє відновлення функції кінцівки, що дозволяє значно скоротити терміни тимчасової непрацездатності. На підставі виробленої методики побудови моделей ендопротезів фалангових суглобів кисті, можна буде розробити вдосконалену конструкцію ендопротезу зазначеного суглоба, на підставі якої можна покращити результати лікування пацієнтів із пошкодженнями фалангових суглобів кисті.

Ключові слова: ендопротезування, рухова функція, томографія, 3D-моделі.

В даний час приділяється особлива увага проблемам, пов'язаним із пошкодженнями опорно-рухового апарату людини [1, 2]. Особливо гостро ця проблема стоїть в Україні [3, 4], на яку також спрямовані завдання однієї з глобальних цілей сталого розвитку – міцне здоров'я та благополуччя [5]. На перший план також виходять завдання фізичної реабілітації [6, 7]. Одна з причин пов'язана із пошкодженнями опорно-рухового апарату під час бойових дій, чому приділяється особлива увага. Однак до таких ушкоджень відносяться і захворювання та травми кісток та суглобів верхніх та нижніх кінцівок. Значне місце серед усіх ушкоджень опорно-рухового апарату займають ушкодження суглобів кисті. При цьому кисть є не просто засобом для маніпулювання об'єктами, а надзвичайно складним інструментом міжлюдського спілкування та отримання інформації про навколишній світ. Тому пошкодження та травми кісток та суглобів кисті можуть призвести до інвалідизації, і, як наслідок, до зниження рівня життя людини.

Для лікування зазначених ушкоджень кисті людини використовують різні методи. До таких методів відноситься і ендопротезування – заміна пошкодженого суглоба імплантатом, який є анатомічно подібним та дозволяє відновити рухову функцію.

Для створення 3D-моделей елементів ендопротезу кисті необхідно мати не тільки інформацію про габаритні розміри та знати геометрію форми кісток пацієнта, а і мати уявлення про електричну активність м'язів кисті [8, 9]. Для отримання тривимірних моделей імплантів [10, 11] використовують як рентгенівські знімки, так і результати комп'ютерної томографії [12,13]. Використовуючи сучасні методики комп'ютерного моделювання, за інформацією з томографічного датасету у форматі DICOM [14] створюється індивідуальний 3D-біонічний ендопротез суглоба кисті. Головною задачею є точне отримання анатомічних особливостей суглоба кисті пацієнта та його антропометричні, геометричні параметри, що буде покладено в основу біомеханічних властивості майбутнього імплантату. Тому якість 3D-моделі, отриманої після обробки даних комп'ютерної томографії, є вкрай важливою. Працездатність у біосистемі «ендопротез-кістка» безпосередньо пов'язана від розподілу напружень у всіх її компонентів. Використання методу скінченних елементів дозволяє провести дослідження напружено-деформованого стану кісткових структур та його зміни у процесі моделювання кісткової тканини, тестування та оптимізацію дизайну штучних суглобів та пристроїв для фіксації кісток, а також розрахувати допустимі навантаження на імплантат, які зможе витримати опорно-рухова система пацієнта для визначення місця можливої точкової втоми матеріалу і вибрати надійнішу конструкцію ендопротезу та кріпильних елементів. Протез повинен виконувати функції відсутнього фрагмента кістки, зберігаючи свою цілісність, при цьому не повинні перевищуватися допустимі навантаження на елементи кріплення це дозволить забезпечити тривалу та комфортну експлуатацію ендопротезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патології опорно-рухового апарату : навч. посіб. / А. Д. Салєєва, О. Г. Аврунїн, М. В. Зайцев, І. В. Кабаненко, В. М. Юткін, Р. О. Бобошко, Т. О. Трофименко, І. С. Дондорева, П. О. Баєв, О. М. Литвиненко, С. В. Корнєєв, А. Ю. Чугаєв, Т. В. Носова; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки.- Харків : ХНУРЕ, 2023.- 216 с.
2. Конструювання та технології виготовлення ортезів на верхні кінцівки : навч. посіб. / А. Д. Салєєва, О. Г. Аврунїн, М. В. Зайцев, О. М. Литвиненко, В. О. Кузїн, І. В. Карпенко, О. Г. Скрипка, Л. О. Белєвцова, К. Г. Селіванова. - Харків: ХНУРЕ, 2023. - 131 с.
3. Салєєва А.Д., Семенець В.В., Носова Т.В., Василенко І.М., Баєв П.О., Корнєєв С.В., Литвиненко О.М., Карпенко І.В., Чернишова І.М., Кабаненко І.В. Біомеханічні основи протезування та ортезування: навчальний посібник / А.Д. Салєєва, В.В. Семенець, Т.В. Носова, І.М. Василенко, П.О. Баєв, С.В. Корнєєв, О.М. Литвиненко, І.В. Карпенко, І.М. Чернишова, 352 с.– Харків: ХНУРЕ, 2022. –І.В. Кабаненко. ISBN 978-966-659-374-3
4. Салєєва А.Д., Солнцева І.Л., Белєвцова Л.О., Носова Т.В., Семенець В.В. Виробничі технології та матеріали: Навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л. Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 92 с.
5. Белянінова Г. Г. Внесок Харківського національного університету радіоелектроніки у досягнення Цілі сталого розвитку 3 - «Міцне здоров'я і благополуччя» / Г. Г. Белянінова // III Наук.-практ. конф. «Advanced discoveries of modern science: experience, approaches and innovations».– European Scientific Platform.– 2023.– С.132-133.
6. Резуненко К.І. Носова Т.В., Жемчужкіна Т.В. Реабілітаційна система для людей з обмеженими можливостями. Класичні та прикладні проблеми у наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти і молодих вчених: історичний та сучасний аспекти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених. Харків, 2020. С.187–190.
7. Павлов С. В., Аврунїн О. Г., Злепко С. М., Бодяньський Є. В., Колісник П. Ф., Лисенко О. М., Чайковський І. А., Філатов В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К». – 2019. – 260 с.
8. Бых А. И. Поиск информативных количественных показателей электромиографического сигнала. Сообщение 1 / А. И. Бых, Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова // Бионика интеллекта. — 2007. — Т. 1 (66). — С. 118–125.
9. Носова Т.В. Жемчужкина Т.В., Радченко В.И. К вопросу моделирования электромиографического процесса. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2008. Вып. 5/5 (35). С. 33–36.
10. Аврунїн О.Г., Шамраєва Е.О. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации: зб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 9 (67). – С. 137–140.
11. Avrunin O, Tymkovych M, Drauil J. Automatized technique for threedimensional reconstruction of cranial implant based on symmetry, Proceedings of the Information Technologies in Innovation Business Conference (ITIB). 2015. p. 39–42
12. Avrunin, O.G.; Nosova, Y.V.; Pavlov, S.V.; Shushliapina, N.O.; and etc. Research Active 11. Posterior Rhinomanometry Tomography Method for Nasal Breathing Determining Violations. Sensors 2021, 21, 8508. doi: 10.3390/s21248508
13. Avrunin, O.G.; Nosova, Y.V.; Pavlov, S.V.; and etc. Possibilities of Automated Diagnostics of Odontogenic Sinusitis According to the Computer Tomography Data. Sensors 2021, 21, 1198. <https://doi.org/10.3390/s21041198>.
14. Тымкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунїн, В.В. Семенець // Техн. електродинаміка: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178–183.
15. Wójcik W., Pavlov S., Kalimoldayev M. Information Technology in Medical Diagnostics II. London: (2019). Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. – 336 Pages.

Чечель Тарас Олегович, аспірант Харківського національного університету радіоелектроніки, Харків, E-mail: taras.chechel@nure.ua

Носова Тетяна Віталіївна, к.т.н., доцент кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, Харків, E-mail: tatyana.nosova@nure.ua

Аврунїн Олег Григорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, Харків, E-mail: oleh.avrunin@nure.ua

ABOUT THE NEED TO REPLACE A DAMAGED JOINT WITH AN IMPLANTA

Abstract. The main reasons leading to a violation of the function of the fingers of the hand are: intra-articular fractures of the phalanges and metacarpal bones with a defect of the articular surfaces. The choice of the optimal treatment complex within the framework of a unified system of medical rehabilitation ensures an earlier restoration of limb function, which allows to significantly reduce the term of temporary disability. On the basis of the developed method of constructing models of endoprostheses of the phalanx joints of the hand, it will be possible to develop an improved design of the endoprosthesis of the indicated joint, on the basis of which it is possible to improve the results of treatment of patients with injuries of the phalanx joints of the hand.

Key words: endoprosthesis, function of motor, tomography, 3D models

Chechel Taras, PhD student of the Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, E-mail: taras.chechel@nure.ua

Tetyana Nosova, PhD, associate professor of the of the Department of Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, E-mail: tatyana.nosova@nure.ua

Avrunin Oleg, Dr.Sc., professor, head of the Department of Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, E-mail: oleh.avrunin@nure.ua