

СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ПРОТЕЗІВ КІНЦІВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено детальний огляд сучасного рівня розвитку протезів верхніх і нижніх кінцівок. Описано основні типи протезів, їх функціональні можливості та особливості. Значну увагу приділено принципам дії тягових, міоелектричних та гібридних протезів, а також прогресивній технології остеointegraції. Робота також висвітлює психосоціальний аспект протезування та процес реабілітації.

Ключові слова:

Протезування, протези верхніх кінцівок, екзопротези нижніх кінцівок, взаємодія з людиною, протезування нижніх кінцівок, остеointegraція, ампутація.

Abstract

The paper presents a detailed overview of the current level of development of prostheses of the upper and lower extremities. The main types of prostheses, their functionality and features are described. Considerable attention is paid to the principles of traction, myoelectric and hybrid prostheses, as well as advanced osseointegration technology. The work also covers the psychosocial aspect of prosthetics and the rehabilitation process.

Keywords:

Prosthetics, upper limb prostheses, lower limb exoprostheses, human interaction, lower limb prosthetics, osseointegration, amputation.

Вступ

Протез кінцівок являє собою штучну кінцівку, яка замінює відсутні частини тіла. Цілі протезування включають комфорт, стабільність у положенні стоячи і під час ходьби, а також можливість виконувати різні повсякденні дії. Протезування кінцівок - як нижніх, так і верхніх - дає людям, які пережили ампутацію або народилися без кінцівки, шанс на реабілітацію і ведення нормального життя. Інженери провідних світових виробників постійно працюють над поліпшенням функціональності протезних виробів і створюють принципово нові види протезів - такі, наприклад, як біонічні, що максимально наближаються до природної функціональності.

Матеріали дослідження

На відміну від «ендопротезів», які замінюють колінний або тазостегновий суглоби, шляхом імплантації в кінцівку пацієнта, протези - це зовнішні пристрої, які кріпляться до кукси. Правильно підібране рішення для протезування при втраті допоможе максимально розширити функціонал користувачів і максимально відновити звичний рівень активності.

Існує багато типів протезів, від простих пристроїв, таких як механічні пристосування, до складних, високотехнологічних, що імітують функціональність і природні рухи втрачених кінцівок.

Основні види протезів для верхніх кінцівок:

- Пасивні протези
- Тягові протези
- Міоелектричні протези із зовнішнім живленням
- Гібридні протези
- Протези для певних видів діяльності

Рука має важливе психосоціальне значення. Ампутація може вплинути на самосприйняття та/або особистість людини і мати значний вплив на взаємини з іншими людьми та кар'єру. Хоча протези рук і не можуть повністю замінити природні кінцівки, вони можуть допомагати користувачам у різний спосіб. Правильно підібраний пристрій може допомогти відновити незалежність і мобільність, допомогти користувачеві впоратися з повсякденними завданнями, повернутися до своєї роботи або просто допомогти йому мати вигляд і почуватися нормально.

Людська рука має складну будову, і часто необхідні два різні протези, щоб забезпечити оптимальне функціонування для звичайної повсякденної діяльності, а також для специфічних видів діяльності.

Косметичні (пасивні) протези - просто оболонки, які з деяким ступенем достовірності відтворюють зовнішній вигляд втраченої кінцівки. Виготовляються з міцного пластику, при цьому на них може наноситися малюнок вен. Косметичний протез руки - виконують найпростіші дії, наприклад, з утримання ложки.

Найпоширенішими є тягові механічні протези - завдяки прекрасному співвідношенню вартості та функціональності, простоті освоєння й обслуговування. Зусилля, що керує суглобами і пальцями кисті, передається через систему тяг із вцілілих м'язів. Зазвичай для цього використовуються м'язи плеча або лопатки, залежно від рівня ампутації.

Міоелектричні протези із зовнішнім джерелом живлення також використовують напругу вцілілих м'язів, але це зусилля передають із датчиків на сервоприводи, які приводять у рух пальці або згинають протез у суглобовій частині. При цьому з м'язів зчитується навіть не механічна напруга, а електричний імпульс, який передається головним мозком до м'язів. Такі вироби дуже технологічні та забезпечують високий рівень функціональності, вони мають величезний потенціал розвитку - але досить дорогі.

Гібридні протези реалізують принцип комбінування тягового протеза і міоелектричного. Для основних рухів використовуються тяги, для управління дрібною моторикою пальців - міоелектричні датчики і сервоприводи на кожен палець. Досить рідкісні протези, виправдані за високих рівнів ампутації.

Спеціальні протези рук - це, по суті, приймальна гільза з механізмом для встановлення вузькоспеціалізованих пристроїв, що дають змогу вести професійну діяльність, - наприклад, міцні захвати для інструментів або спортивних снарядів. Зазвичай це тягові протези з можливістю зміни кисті.

Існує два основних види протезів ніг: механічні протези і пристрої з мікропроцесорним управлінням.

Механічні протези забезпечують всі основні можливості, необхідні користувачам для безпечної та надійної ходьби. Передові технології протезів, керованих мікропроцесором, ще більш ефективні, багато з них можуть імітувати природні рухи під час ходьби. Стопи та колінні модулі з мікропроцесорним управлінням дають користувачам більше можливостей і комфорту в повсякденному житті.

Також протези ніг поділяють на 2 основні типи: транстибіальний і трансфеморальний.

Транстибіальний протез призначений для заміни частини ноги зі збереженням природного колінного суглоба. Він складається з гільзи (куди вставляється кукса), знімної внутрішньої прокладки, опори і стопи. Протези кріпляться за допомогою вакуумної системи або замкової фіксації. Сьогодні пацієнтам пропонується великий вибір стоп із різним функціоналом і дизайном.

Трансфеморальний протез використовують у разі ампутації ноги вище коліна. Він містить приймальну гільзу, штучний колінний суглоб, опору і стопу. Ці протези складніші у використанні через втрату натурального коліна, що робить підтримання рівноваги складнішим. Щоб навчитися нормально пересуватися, потрібні тренування під контролем реабілітолога.

За деяких видів ампутацій є можливість використовувати екзоскелетні протези. Екзоскелетні протези надягають поверх залишку кінцівки. Це надійний варіант, але менш функціональний і зручний. Ендоскелетні протези вбудовуються безпосередньо в кістку, забезпечуючи кращу фіксацію і ширший функціонал. Процедура інтегрування протеза в кістку називається остеоінтеграцією. Це - найсучасніший метод протезування, який надає пацієнтам великі можливості застосування штучної кінцівки. Процес починається з того, що імплантат впроваджується в кісткову тканину. Потім кістковий імплантат виводиться через шкіру і з'єднується з протезом безпосередньо. Образно кажучи, протез стає частиною організму і працює аналогічно природній кінцівці. Людина з таким протезом буквально відчуває зіткнення ноги або руки з поверхнею. У такий спосіб покращується рухливість, стійкість, з'являється можливість ходити і бігати навіть по нерівній поверхні. Перевага остеоінтеграції полягає в тому, що вона усуває необхідність у гільзі. Протез одягається і знімається легко і швидко, що дає змогу уникнути подразнень шкіри, защемлень, м'язової слабкості та інших незручностей.

Висновок

Рання реабілітація сприяє одужанню і майбутній ефективності у використанні протеза. За можливості реабілітація починається до ампутації, а в непередбачених випадках - уже в перший день після операції.

Успіх найбільш імовірний, коли з пацієнтом працює міждисциплінарна клінічна команда. Склад команди варіюється залежно від потреб пацієнта. Як мінімум, основними учасниками команди є хірург, протезист і терапевт. Протезисти оцінюють пацієнта і проєктують, підбирають, виготовляють протез і забезпечують подальше підтримання протеза в робочому стані, а також дають поради та інструкції з догляду за ним. У складніших випадках до складу групи можуть також входити фізіотерапевт, фахівець із ЛФК, фахівець із працетерапії, соціальний працівник, психолог і члени сім'ї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jan J. Stokosa, Overview of Limb Prosthetics, MSD Manual, 2024
2. "CU Limb Restoration Program - Osseointegration" (University of Colorado Limb Restoration Program): <https://medschool.cuanschutz.edu/orthopedics/clinical-services/cu-limb-restoration-program/osseointegration/what-is-osseointegration>
3. "Prostheses" (healthdirect): <https://www.healthdirect.gov.au/prostheses>.
4. "Prosthetics after amputation" (NHS inform): <https://www.nhsinform.scot/tests-and-treatments/medicines-and-medical-aids/prosthetics-after-amputation>
5. "Overview of Limb Prosthetics" (MSD Manual Consumer Version): <https://www.msmanuals.com/home/special-subjects/limb-prosthetics/overview-of-limb-prosthetics>
6. Jan J. Stokosa, Limb Prostheses Options, MSD Manual, 2024
7. "Протези кінцівок" (Ottobock): <https://www.ottobock.com/ru-ru/prostheses>
8. "Протези кінцівок - які вони бувають, чим відрізняються і скільки коштують?" (MediGlobus): <https://mediglobus.com/ru/prosthetic-limbs-what-they-are-how-they-differ-and-how-much-they-cost/>
9. "Види протезів верхніх і нижніх кінцівок" (EnableMe): <https://www.enableme.com.ua/ru/article/vidy-protezo-ve-verhnihi-i-niznihi-konechnosti-10721>
10. "Види протезів верхніх і нижніх кінцівок" (Health Ukraine): <https://health-ukraine.com.ua/vidy-protezo-ve-konechnosti/>

Шереметьєва Альона Юрійвна – студентка групи БМІ-216, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет.

Криворучко Іван Олександрович – старший викладач кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет.

Sheremetieva Alyona Yu. – student of Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Krivoruchko Ivan Ol. – Senior Lecturer at the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University.