

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І.Я.ГОРБАЧЕВСЬКОГО
МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Надточій Ярослав Юрійович

На правах рукопису
УДК 615.477.31:616.78-053.8

Кваліфікаційна робота
**ОРТЕЗУВАННЯ СТОП ПРИ ПАТОЛОГІЇ
НИЖНІХ КІНЦІВОК У ДОРΟΣЛИХ**
Спеціальність 227 «Фізична терапія, ерготерапія»

Науковий керівник:

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри фізичної терапії,
ерготерапії та фізичного виховання

Тернопільського національного медичного
університету імені І. Я. Горбачевського
Міністерства охорони здоров'я України

Давибіда Наталія Олегівна

Тернопіль - 2023

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

РА – ревматоїдний артрит

РОК – реципрокний ортезний комплекс

ACL - розрив передньої хрестоподібної зв'язки

ЕМГ: електроміографія

RMS: середньоквадратичний

FO: ортези стопи

SENIAM: поверхнева ЕМГ для неінвазивної оцінки м'язів

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	2
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1.	
СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОРТЕЗУВАННЯ СТОП ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК (аналітичний огляд літератури)	
1.1. Біохімічні аспекти ортезування нижніх кінцівок	7
1.2. Класифікація методів та видів ортезів відповідно до їх основного призначення	12
1.3. Тенденції розвитку сучасного ортезування стоп при патології нижніх кінцівок у дорослих	18
РОЗДІЛ 2.	
МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.1. Матеріали. Дизайн дослідження	25
2.2. Методи дослідження	26
2.3. Обговорення результатів дослідження	31
РОЗДІЛ 3.	
СУЧАСНА МОДЕЛЬ ОРТОПЕДИЧНОГО ЛІКУВАННЯ ОРТЕЗАМИ ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК	35
РОЗДІЛ 4.	
ВИКОРИСТАННЯ 3-D ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРТЕЗІВ ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ДОРΟΣЛИХ	40
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	51

ВСТУП

Відповідно до дослідження, опублікованого в Міжнародному журналі досліджень навколишнього середовища та громадського здоров'я у 2020 році, поширеність захворювань опорно-рухового апарату в Україні є високою, вражаючи до 70% населення. Застосування ортезів у людей з патологією нижніх кінцівок є одним із варіантів лікування цих патологічних станів.[7]

Завдяки ортезам полегшується біль і дискомфорт, покращується рухливість і можна запобігти подальшим травмам або пошкодженням ураженої ділянки, проводиться профілактика ускладнень та подальшого розвитку патології. До прикладу, ортопедичні пристрої, такі як вкладиші для взуття або устілки, можна використовувати для забезпечення додаткової підтримки та амортизації для людей із підошовним фасціїтом, плоскостопістю або іншими захворюваннями, пов'язаними зі стопою.

Ортези, також відомі як ортопедичні вироби, що виготовлені на замовлення і використовуються для підтримки, корекції або покращення функції опорно-рухового апарату. Їх можна використовувати для лікування широкого спектру захворювань, що вражають нижні кінцівки, включаючи травми стопи та гомілковостопного суглоба, біль у колінах і проблеми з тазостегновим суглобом.

Наколінники або ортези можна використовувати для забезпечення стабільності та підтримки для людей з остеоартритом колінного суглоба або травмами розриву передньої хрестоподібної зв'язки (ACL), тоді як ортези на тазостегновий суглоб можуть допомогти покращити його функції та зменшити біль у людей з дисплазією тазостегнового суглоба або іншими захворюваннями.[1,7]

Призначаються ортези найчастіше медичними працівниками, такими як хірург-ортопед чи фізичний терапевт, і виготовляються на замовлення відповідно до конкретних потреб і вимог кожного окремого пацієнта в залежності від патології, ступеня її тяжкості, супутніх хвороб та індивідуальних особливостей пацієнта. Вони можуть бути виготовлені з

різних матеріалів, включаючи пінопласт, пластик і метал, і їх можна носити всередині взуття або як окремі пристрої.

Таким чином, використання ортезів може бути дуже актуальним у лікуванні патології нижніх кінцівок і може забезпечити значні переваги з точки зору полегшення болю, покращення рухливості та запобігання травмам.

Мета та завдання роботи. Підвищити ефективність відновлення ходьби у дорослих при патології нижніх за допомогою ортезування.

Завдання дослідження:

1. Вивчити тенденції розвитку науки щодо проблеми та перспектив застосування сучасного ортезування для формування та відновлення ходьби при патології нижніх кінцівок у дорослих.

2. Вивчити особливості ортопедичного статусу та рухової активності пацієнтів з патологіями нижніх кінцівок.

3. Обґрунтувати показання і протипоказання до призначення та використання ортез у дорослих при патології нижніх кінцівок .

4. Оцінити ефективність використання ортезу на стопу при патології нижніх кінцівок

5. Розробити систему комплексної реабілітації з використанням ортеза для хворих при патології нижніх кінцівок.

Об'єкт дослідження магістерської роботи – проведення терапії з використанням ортезів завдяки чому покращується ходьба у дорослих при патології кінцівок.

Предметом дослідження магістерської роботи є формування та відновлення функції ходьби, ортезування, рухова активність, зручність пересування.

Методи досліджень. Покращення ортопедичної терапії у дорослих при патології нижніх кінцівок, шляхом використання ортезів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково обґрунтовано доцільність застосування ортеза стопи у дорослих при

патології нижніх кінцівок при виникненні болю у стопі, підошовному тиску та падінні під час бігу.

Практична значущість запропонована методика лікування й підбор ортезу для дорослих при патології нижніх кінцівок, коли виникає підошовний тиск під час ходьби.

Обґрунтовані показання до застосування ортеза допоможуть лікарям своєчасно їх призначати для відновлення функції пересування хворим при патології нижніх кінцівок.

За матеріалами магістерської роботи опубліковано:

1. "ПЕРЕВАГИ ТА ДЕФЕКТИ ОРТЕЗІВ ДЛЯ СТОПИ ПРИ ПЛОСКОСТОПОСТІ" Давибіда Н.О., Надточій Я.Ю. Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

2. «Ортезування стоп при патологіях нижніх кінцівок у дорослих» Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Перспективи розвитку медичної та фізичної реабілітації на різних рівнях надання медичної допомоги» 29-30 вересня 2022 року С 48-49." Давибіда Н.О., Надточій Я.Ю.

Апробація результатів роботи Результати магістерської роботи висвітлено на наукових конференціях, семінарах, конгресах та симпозіумах:

Структура роботи: магістерська робота складається з вступу, 4 розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 57 сторінок та вміщує 35 посилань на бібліографічні джерела.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОРТЕЗУВАННЯ СТОП ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК

(аналітичний огляд літератури)

1.1. Біохімічні аспекти ортезування нижніх кінцівок

Біохімічні аспекти ортезування нижніх кінцівок можуть стосуватися кількох різних аспектів дизайну та функціонування ортезів, включаючи використані матеріали, вплив на м'язову активність і силу суглобів, а також біохімічні зміни, які можуть виникнути в результаті їх використання.

Важливим аспектом розробки ортеза для нижньої кінцівки є вибір використовуваних матеріалів. Ортопедичні вироби можуть бути виготовлені з різноманітних матеріалів, у тому числі пластику, пінопласту та металів, і вибір матеріалу може вплинути на механічні властивості ортопедичного виробу, а також на його довговічність і комфорт. Наприклад, матеріали з більшою жорсткістю або пружністю можуть бути використані для забезпечення більшої підтримки чи амортизації кінцівок.

Ортези також можуть впливати на м'язову активність і силу суглобів нижньої кінцівки. Наприклад, дослідження показали, що ортопедичні засоби для стопи можуть змінювати моделі активації м'язів під час ходи, що може вплинути на зусилля суглобів і моделі рухів. Подібним чином ортези колінного суглоба можуть змінити навантаження на колінний суглоб під час таких видів діяльності, як біг або стрибки, що може мати наслідки для профілактики травм і реабілітації. [6,7]

Також, використання ортезів може призвести до біохімічних змін в організмі. Наприклад, дослідження показали, що ортопедичні засоби для стопи можуть змінити розподіл підошовного тиску та зменшити частоту виразок на підошовній поверхні у пацієнтів з діабетом. Подібним чином ортези колінного суглоба можуть зменшити запалення та біль у пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба, змінюючи навантаження на суглоб і зменшуючи силу, що діє на суглоб.

Загалом, біохімічні аспекти ортеза нижньої кінцівки є складними та багатограними та включають багато різних факторів, пов'язаних із дизайном, функцією та використанням ортеза. Потрібні подальші дослідження, щоб краще зрозуміти механізми, за допомогою яких ортопедичні засоби впливають на біомеханіку та біохімічні процеси нижніх кінцівок, а також оптимізувати дизайн ортопедичних засобів і використовувати їх для різних клінічних застосувань.[8,9]

Функції ортезів на нижні кінцівки

За призначенням, згідно з ISO 8551, ортези можуть виконувати такі функції:

1. Щодо деформації кінцівки: – попередження деформації (тобто зупинка зміщення суглоба або сегмента відповідно до нормального рівного положення); – корекція – зниження деформації (рух суглоба або сегмента до поліпшеного положення та підтримка отриманої корекції); – стабілізація деформації.

2. Щодо рухів у суглобі: – обмеження межі руху суглоба; – збільшення межі руху суглоба.

3. Щодо розмірів сегмента: – збільшення довжини сегмента; – поліпшення форми сегмента.

4. Щодо м'язової активності: – компенсація слабкої м'язової активності; – керування ефектом гіперактивності м'язів.

5. Зменшення або перерозподіл навантаження на сегмент кінцівки (наприклад, перерозподіл тиску на підошовну поверхню стопи або зменшення навантажень при переломі кістки). Враховуючи вказані функції ортезів, необхідно контролювати досягнутий ефект реабілітації нижніх кінцівок під час ортезування. Критерії оцінки будуть різними в кожному випадку [3].

Критерії, методики та засоби вимірювання, необхідні для оцінювання результатів ортезування нижніх кінцівок

Аналогічно протезуванню, в ортезуванні нижніх кінцівок також можна виокремити основні критерії (рис. 1.1):

- схема побудови ортеза;
- опоро здатність у статиці;
- стійкість у положенні стоячи;
- просторове положення кінцівки в статиці;
- опоро здатність під час ходьби;
- нормалізація рухів під час ходьби;
- постава пацієнта.

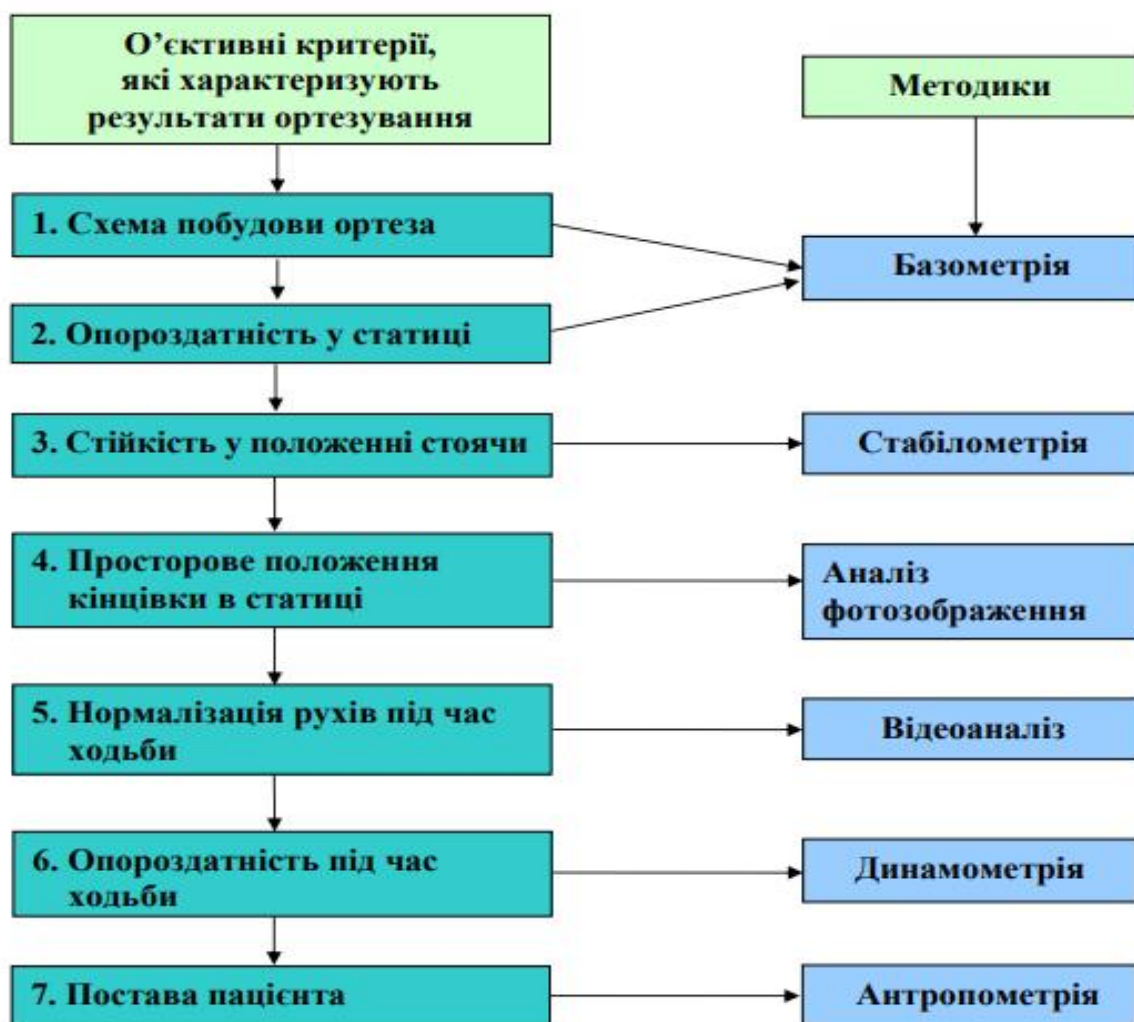


Рис.1.1. Критерії, що характеризують результати ортезування, та методики їхнього визначення

Перші два критерії можна оцінити за допомогою базометрії під час огляду стояння пацієнта. Останні два критерії оцінюються за допомогою

динамометрії, відеоаналізу та антропометрії. Динамометрія і відеоаналіз дозволяють оцінити ходьбу, а антропометрія - поставу пацієнта. (Додаток А)

Для оцінки результатів ортезування пацієнтів з різними патологіями нижніх кінцівок основними показниками є несуча здатність і відхилення кутів від анатомічної осі нижньої кінцівки. Для визначення цих характеристик в НДІ протезування в Україні використовують базометричний комплекс [12] та комп'ютерно-оптичну систему оцінки геометричних параметрів нижніх кінцівок (патент України на корисну модель № 97729 [23]).

Визначення та оцінка схеми побудови ортеза за допомогою базометричного комплексу Однією з основних вимог до позитивних результатів ортеза є правильність схеми побудови ортеза. На протезних підприємствах основні критерії можна визначити за допомогою апаратно-програмного базометричного комплексу для контролю конструктивної схеми ортеза.

У табл. 1.1 наведено фрагмент протоколу дослідження статички пацієнта та вказано, за якими основними параметрами оцінюють результати ортезування. За основу схеми конструкції ортеза прийнято базову лінію навантаження, яка проходить через середину кульшового суглоба, опускаючи перпендикуляр до поверхні опори. [10,11]

Таблиця 1.1

Фрагмент протоколу базометричного дослідження з переліком основних параметрів для оцінювання результатів ортезування за допомогою базометра: № з/п 4, 6, 8 – параметри для оцінювання схеми побудови ортеза; № з/п 2, 3 – параметри для оцінювання опороздатності; № з/п 7, 9 – параметри для оцінювання стійкості в положенні стоячи

№ з/п	ПАРАМЕТР	ЛІВ	ПРАВ
БАЗОМЕТРІЯ			

1	Вага загальна, кг	55,6	
2	Опора на кожну кінцівку, кг %	31,9	23,7
		57,4	42,6
3	Коефіцієнт опорності	0,74	
4	Ротація центрів тиску, град.	-5,2	
5	Зона інтегров. рівноваги, см	0,9	1,2
СТАБІЛОМЕТРІЯ			
6	Зсув ОЦТ, мм по осі OX по осі OY	-20	
		-57	
7	Коливання ОЦТ, мм по осі OX по осі OY	3,9	
		6,2	
8	Зсув ЦТ, мм по осі OX по осі OY	-7	-13
		-48	-69
9	Коливання ЦТ, мм по осі OX по осі OY	1,1	0,8
		9,5	2,6

У нормі проекція цієї лінії (центр тиску) знаходиться в середній третині контуру стопи на поздовжній лінії, тобто на осі, що проходить спереду через щілину між першим і другим пальцями і середина каблука. Відхилення центру тиску у фронтальній площині латерально (до зовнішнього краю стопи) або медіально (до внутрішнього краю стопи), а також у сагітальній площині - в область переду і тилу. Третини контуру стопи – визначається як відхилення від правильної схеми конструкції ортеза, як і при оцінці схеми конструкції протеза [13].

Загалом, біохімічні аспекти ортезів нижніх кінцівок можуть відрізнятися залежно від конкретного ортопедичного дизайну, використовуваних матеріалів і основної патології, яку лікують.

В Україні, як і в інших країнах, ортези нижніх кінцівок можуть використовуватися для лікування різноманітних захворювань, таких як деформація стопи, підошовний фасціїт, артроз колінного суглоба та інші патології нижніх кінцівок. Біохімічні ефекти цих ортезів можуть відрізнятися залежно від конкретного стану, який лікується, і конструкції ортеза. [10,14]

Наприклад, ортези для стоп, які використовуються при лікуванні підошовного фасціїту, можуть допомогти перерозподілити підошовний тиск і змінити біомеханіку стопи під час ходи, потенційно призводячи до змін м'язової активності та навантаження на суглоби. Подібним чином ортези колінного суглоба, які використовуються для лікування остеоартриту колінного суглоба, можуть допомогти зменшити навантаження на суглоб і запалення, що призводить до покращення функцій, зменшення або усунення больового синдрому, знизити ризик розвитку ускладнень.

Отже, використання ортезів нижніх кінцівок в Україні, як і в інших країнах, керується науково-обґрунтованою практикою та клінічними практиками, щоб забезпечити найкращі можливі результати для пацієнтів.

1.2. Класифікація методів та видів ортезів відповідно до їх основного призначення.

Ортези для стопи - це вироби, які обмежуються стопою і не охоплюють щиколотку. Ця форма опори в першу чергу охоплює підошовну поверхню і приносить користь стопі при навантаженні. Щоб пристрій ефективно досягав поставлених цілей, стопа має бути розташована та утримуватися на ортезі. З цієї причини ортез на стопу найчастіше розміщують всередині закритого взуття, а конструкція взуття стає невід'ємною частиною ортеза. Якщо основна мета ортеза не може бути

досягнута в межах взуття, дизайн зазвичай розширюється, щоб охопити щиколотку, і класифікується як ортез гомілковостопного суглоба. (рис.1.1.)



Рис.1.2. Ортез гомілковостопного суглоба

Упорядкувати та класифікувати ортези стопи є важливим компонентом. Їх призначають для багатьох цілей, і будь-яка комбінація матеріалів може бути використана для виготовлення.

Методи класифікації, які постійно використовуються, включають класифікацію виробів відповідно до їх основного призначення.

Перший метод включає класифікацію виробів відповідно до використовуваних матеріалів і жорсткості кінцевих продуктів.

Другий метод ортези стопи поділяються на:

- ✓ коригувальні;
- ✓ підтримуючі або акомодативні.

Цей метод може викликати деяку плутанину, оскільки ортези класифікуються відповідно до мети лікування, а не за матеріалами, які використовуються при їх виготовленні. Тому один і той же матеріал може потрапити в різні категорії залежно від призначення ортеза.

При першому способі ортези стопи поділяються на:

- ✓ жорсткі;
- ✓ на пів жорсткі;
- ✓ м'які.

Проблема цього методу полягає у відсутності чіткого та надійного посібника для вимірювання, коли ортез переходить з однієї категорії в іншу. Наприклад, скільки гнучкості потрібно, щоб жорсткий ортез перейшов у напівжорсткий. [12,14]

Щоб уникнути цієї плутанини, спочатку розглядаються основні форми ортезів, а потім розглядаються матеріали та способи їх застосування для досягнення різних терапевтичних цілей.

У конструкції ортеза для стопи розмір і форма забезпечують деякі переваги та обмеження. Якщо ортез розроблено на всю довжину, усі три компоненти стопи охоплюються і можуть впливати на задню, середню та передню частини стопи.

Підносок взуття повинен мати достатню глибину, щоб відповідати товщині ортеза. Повна довжина гарантує, що ортез залишається на місці. Взаємозаміна взуття обмежена в основному однаковою конструкцією взуття, щоб запобігти ускладненням підбору розміру під час переміщення ортеза.

Розширення дистального краю ортеза до борозни пальців стопи все ще дозволяє певний контроль над трьома компонентами стопи. Однак перехід ортеза на устілку взуття під пальці стає певною проблемою. Глибина пальцевої коробки все ще викликає певні складнощі, але з такою конструкцією ортез можна легше переміщати на різне взуття без проблем з посадкою. [15]

Нарешті, дистальний край ортеза може простягатися лише проксимально до головок плеснових кісток. Ця конструкція обмежує прямий вплив на середню та задню частини стопи. Непрямим чином частина ваги може бути зміщена проксимально до головок плеснових кісток, тим самим зменшуючи деякий тиск. Розміщення передньої частини стопи під латеральною або медіальною стійкою неможливо виконати, якщо не додати розширення. Така конструкція забезпечує більше місця в області пальців ніг, і ортез можна використовувати з різноманітним взуттям.

Довжина ортеза дозволяє пристрою переміщатися у взутті, що може викликати труднощі з рівномірним розміщенням. Як конструкція взуття, так і ортези відіграють значну роль у визначенні довжини ортеза.

Ортези для стопи часто призначають у клінічній практиці для лікування ревматоїдного артриту (РА). Існує широкий спектр ортезів, які використовують різноманітні підходи до зміни структури та функції стопи й нижніх кінцівок. Основні групи ортезів:

- ✓ прості амортизаційні устілки;
- ✓ устілки з додатковими прокладками (доповненнями);
- ✓ контурні ортези, призначені для зміни функції суглобів ніг і стоп.

Однак межі між способами дії типів немає точних, окремий пристрій може містити елементи з більш, ніж одним способом дії. Останні дослідження описали поточні звички ортопедів призначати ортези для людей з РА. Результати виявили значну варіацію у звичках призначати ортези для стоп. Варіації між стадією захворювання спостерігалися за типом ортезів, конкретними брендами, методами виробництва та призначеними матеріалами. [16]

Ортези для стоп є корисними для зменшення болю, а також для покращення функцій і корегування положення стопи. Це може мати стійкі наслідки протягом більш тривалого періоду в роботі з аномальним механічним компонентом, який може схилити пацієнта до розвитку деформації стопи.

Використання функціональних оптимізуючих ортезів стопи на ранніх стадіях РА зменшує вірогідність появи значних проблем у майбутньому.

Індивідуальні акомодативні ортези для стоп (також відомі як тотальні контактні ортези) розроблені таким чином, щоб матеріал точно повторював контури нижньої сторони стопи. Мета полягає в тому, щоб більш рівномірно перерозподілити тиск на стопу під час стояння та ходьби. Це особливо корисно там, де є області підвищеного тиску, наприклад, під голівками

плеснових кісток у тих, хто має встановлену деформацію стопи. Вони особливо використовуються там, де рухливість суглобів обмежена або відсутня, наприклад, при ревматоїдному артриті стопи, і де життєздатність тканин низька.

Індивідуальні ортези для стоп часто виготовляються з матеріалів, які також забезпечують амортизаційний ефект. Повідомлялося про фактори, що передбачають результати індивідуальних ортезів стопи для людей з різними патологіями нижніх кінцівок. Менша тривалість захворювання передбачала більше покращення болю в стопі та втрати працездатності, а більш молодий вік передбачав значне збільшення часу ходьби після використання ортезів для стопи. [17]

Розглянемо види ортезів залежно від ступеня фіксації. Виходячи зі складності отриманої травми або масштабу прогресування захворювання опорно-рухового апарату лікарі можуть рекомендувати ортези різного ступеня фіксації [17]. Розрізняють наступні види пов'язок:

1. Тютори або бандажі повної фіксації. Ці види ортезів виготовляються з дуже щільної тканини, натягнутої на конструкцію з декількох металевих ребер жорсткості. Очевидно, що такий механізм дозволяє повністю знерухомити хворий суглоб. Часто вони є відмінною альтернативою гіпсовій пов'язці, так як вони більш зручні, важать менше і не обмежують пацієнта в проведенні гігієнічних процедур.

При виборі бандажа повної фіксації слід звернути увагу на якість тканини. Краще вибирати моделі з високим рівнем гігроскопічності і повітропроникності. Також важливо, щоб ребра жорсткості були рухливими, це полегшить експлуатацію та обслуговування виробу.

2. Ортези міцної фіксації. Ортези сильної фіксації призначені для знерухомлення ушкодженого суглоба таким чином, щоб можна було рухати кінцівкою лише в певній визначеній площині. Вони, як і бандажі повної фіксації, мають металеві ребра жорсткості, але з моно- або поліцентричними шарнірами.

Така конструкція дозволяє повторювати анатомічні рухи суглоба, як би тимчасово його замінюючи. Використання ортезів сильної фіксації найчастіше рекомендується після травм і операцій на суглобах, при нестабільності суглобів, а також при захворюваннях опорно-рухового апарату (остеоартроз, остеохондропатія).

Варто звернути увагу на матеріали, з яких виготовлена пов'язка. Тканина, яка використовується для виготовлення (найчастіше неопрен, аеропрен), повинна мати теплоізоляційні властивості, що дозволить підтримувати необхідну температуру навколо ушкодженої ділянки. Це допоможе поліпшити обмін речовин в пошкодженому суглобі і сприятиме швидкій реабілітації. Ще однією важливою властивістю є гігроскопічність тканини і її здатність пропускати повітря. Пов'язка повинна забезпечувати вентиляцію суглоба і шкіри, перешкоджаючи запальним процесам.

3. Ортези середньої фіксації. Найчастіше такі бандажі використовують як наступний етап відновлення після ортезів повної і міцної фіксації. Також ці моделі підходять для профілактики спортивних травм. Розроблені на основі пластикових або спіральних ребер жорсткості, вони забезпечують помірну опору суглобів. Деякі вироби оснащені спеціальними силіконовими вставками для додаткової фіксації.

4. Ортези легкого ступеня фіксації. Лікарі призначають такі ортези для профілактики травм під час занять спортом, а також для захисту від травм при значних фізичних навантаженнях. Також їх можна використовувати на останніх етапах реабілітації, при розтягненнях і простих травмах. Пов'язки легкої фіксації виготовляють за аналогією з ортезами середньої фіксації, але конструкція не передбачає наявності ребер жорсткості [16].

Класифікація ортезів за технологіями виробництва

Крім розподілу за функціональним призначенням, ортези можна класифікувати залежно від технології виробництва [15, 16].

Отже, виділяють наступні види кріплення:

- Серійні: складаються з типових модулів і не підлягають сортуванню компонентів у разі потреби.
- Складчастий: Формується і складається безпосередньо в області пошкодженого суглоба з урахуванням його особливостей.
- Індивідуальний: виготовляється на замовлення за моделями пацієнтів. У більшості випадків пацієнтам достатньо уважно вивчити ринок і вибрати серійний варіант ортеза.

При складних травмах і захворюваннях може знадобитися використання комплексної або індивідуальної пов'язки. Прийняти правильне рішення, вибрати модель і визначити схему використання можна тільки після консультації з лікарем.

Неправильно підібраний ортез не тільки не покращить стан, але може призвести до серйозних ускладнень. На перший погляд може здатися, що самостійно підібраний ортез відмінно виконує свої функції, але з часом, через неправильно розподілене навантаження, можуть статися незворотні зміни.

1.3.Тенденції розвитку сучасного ортезування стоп при патології нижніх кінцівок у дорослих.

Сучасну еру ортопедії нижніх кінцівок можна справедливо вважати початком на початку 1970-х років. До цього дизайн і конструкція ортезів нижніх кінцівок суттєво не змінилися з початку століття. Ортези, як правило, збирались з металевих компонентів – деякі зі збірних, інші – збирались під індивідуальне замовлення. Єдиною суттєвою зміною в практиці за останні роки було впровадження термореактивних смол для виробництва пластикових оболонок.

Ортези - це загальна назва широкого класу ортопедичних пристроїв, призначених для відновлення порушеної функції суглобів і хребта. Даний апарат забезпечує можливість ефективної реабілітації шляхом фіксації

ушкодженого сегмента, що дозволяє зняти надмірне навантаження та зафіксувати суглоб у положенні, сприятливому для швидкого відновлення. Ортези рекомендовано використовувати при травмах суглобів, у відновлювальний період після операцій та при ряді захворювань опорно-рухового апарату [18].

Ортез має досить широке функціональне значення. Незважаючи на те, що основним призначенням є знерухомлення пошкодженої ділянки, ортез також дозволяє:

- забезпечити ортопедичний режим;
- зменшити навантаження на суглоб;
- стабілізувати фізіологічне положення ушкодженого суглоба;
- відновити опорно-рухову функцію;
- попередити запальні процеси в м'яких тканинах навколо пошкодженого сегмента при розтягненнях, вивихах, переломах;
- сприяти відновленню після операції;
- виправити викривлення хребта (кіфоз, лордоз, сколіоз та ін.);
- підвищення активності пацієнта без ризику нашкодити;
- для зменшення больового синдрому при захворюваннях опорно-рухового апарату (артрит, артроз, остеохондроз та ін.);
- забезпечують захист при значних фізичних навантаженнях і під час занять спортом;
- допомагають рухатися в цілому. Залежно від функціонального призначення ортеза розрізняють наступні види даного пристрою:
 1. Ортези для хребта (шийні шини, корсети, деклінатори, бандажі для вагітних);
 2. Ортези на суглоби верхніх кінцівок (ортези на плечові, ліктьові та променезап'ясткові суглоби, фіксатори пальців, налокотники, налокітники);
 3. Ортези для суглобів нижніх кінцівок (ортези для тазостегнових, колінних і гомілковостопних суглобів, наколінники, ортопедичні устілки, спеціальне взуття) [5].



Рис. 1.3. – Види ортезів за функціональним призначенням: а) – для хребта; б) – суглобів верхніх кінцівок; в) – суглобів нижніх кінцівок

Сьогодні більшість ортезів не тільки нижніх кінцівок, а й ортезів верхніх кінцівок і хребта виготовляються з використанням у своїй конструкції термопластичних матеріалів. Ортезисти навчилися змінювати лінії обробки, контур і поперечний переріз компонентів і використовувати вставки для зміни та контролю їхніх механічних властивостей і, отже, функцій, які вони забезпечуватимуть. Деякі спроби були зроблені для розробки пластикових з'єднань, в основному безуспішно. [12,14,15]

Тому, навіть сьогодні більшість шарнірних ортезів, які використовують пластикові компоненти інтерфейсу, все ще використовують металеві з'єднання.

Ортезування належить до консервативних методів відновлення ортостатичної пози і руху пацієнтів при патології нижніх кінцівок. Ортези виконують функцію фіксації, розвантаження, корекції, заміщення втраченої функції, поліпшують здатність хворих ходити й віддаляють момент повної залежності від інвалідної коляски.

Ортези на стопу часто використовують як безопераційний спосіб лікування патології нижніх кінцівок. Вони можуть забезпечити підтримку, корекцію та стабілізацію стопи та щиколотки, зменшуючи біль і покращуючи функцію. Розглянемо найбільш поширені ортези для стоп, які використовуються при патології нижніх кінцівок:

Функціональні ортези: призначені для корекції структурних аномалій стопи та гомілковостопного суглоба, таких як плоскостопість, високі склепіння або неправильне розташування суглобів. Вони забезпечують підтримку та стабільність стопи, допомагають виправити порушення ходи та зменшують біль.

Акомодаційні ортези: вони призначені для забезпечення амортизації та підтримки стопи, зменшення тиску та болю в ділянках стопи, вразливих до травм або патологій, наприклад, п'яті, підшві стопи або пальцях.

Індивідуальні ортези: вони виготовляються спеціально для окремого пацієнта на основі його унікальної структури стопи, патології та біомеханіки. Вони забезпечують індивідуальну підгонку та рівень підтримки, що може покращити результати лікування пацієнтів.

Збірні ортези: це попередньо виготовлені ортези для стоп, які можна відрегулювати відповідно до індивідуальних потреб пацієнта. Вони часто дешевші, ніж індивідуальні ортези, але можуть не забезпечувати такої точної посадки. [10]

Загалом ортези для стопи можуть бути ефективним варіантом лікування різноманітних патологій нижніх кінцівок, у тому числі підшовного фасціїту, ахіллового тендиніту, нестабільності гомілковостопного суглоба та інших захворювань стопи та гомілковостопного суглоба. Важливо співпрацювати з медичним працівником, таким як ортопед або хірург-ортопед, щоб визначити відповідний тип ортеза для стопи для конкретного стану та потреб кожного пацієнта.

В Україні існує багато ортопедичних центрів і клінік, які спеціалізуються на виготовленні та підгонці ортезів на стопу. Ортези, які використовуються в Україні, часто виготовляються під індивідуальні потреби кожного пацієнта, виходячи з його індивідуальної патології, будови стопи та біомеханіки.

До поширених патологій нижніх кінцівок, які лікуються ортезами на стопу в Україні, відносяться плантарний фасциїт, ахілловий тендинїт, нестабільність гомілковостопного суглоба, плоскостопість і високі склепіння. Спеціалісти ортопеди та фізичні терапевти в основному використовують мультидисциплінарний підхід до лікування патології нижніх кінцівок, що включає в себе лікувальну фізкультуру, фізичні вправи та інші варіанти не хірургічного лікування, а також ортези на стопу. [19]

В Україні ортези для стоп часто покриваються медичною страховкою, що робить їх доступнішими для пацієнтів, які їх потребують. Пацієнти можуть співпрацювати зі своїм медичним працівником, щоб отримати рецепт на ортези для стоп, які потім може виготовити та встановити фахівець-ортопед.

Сучасні ортези для стоп, також відомі як ортопедичні вироби для стоп, призначені для підтримки, корекції вирівнювання та полегшення болю при різноманітних патологіях нижніх кінцівок у дорослих. Ось кілька прикладів сучасних ортезів стопи, які широко використовуються при лікуванні патології нижніх кінцівок:

Індивідуальні ортопедичні вироби: ортопедичні вироби для стоп розроблені на основі зліпка стопи пацієнта. Вони, як правило, виготовляються з таких матеріалів, як піна або пластик, і підбираються відповідно до конкретних потреб пацієнта. Виготовлені на замовлення ортопедичні вироби можна використовувати для лікування широкого спектру патологій нижніх кінцівок, включаючи підошовний фасциїт, плоскостопість і нестабільність гомілковостопного суглоба.

Збірні ортопедичні пристосування: Збірні ортопедичні пристосування для стоп виготовляються заздалегідь і можуть бути відрегульовані відповідно до стопи пацієнта. Вони доступні в широкому діапазоні розмірів і стилів і можуть використовуватися для лікування різноманітних патологій нижніх кінцівок.

Чутливі до тиску ортопедичні вироби: чутливі до тиску ортопедичні вироби для стоп використовують датчики для визначення тиску та розподілу сили в стопі пацієнта. Ця інформація використовується для створення індивідуального ортопедичного пристрою, призначеного для покращення вирівнювання та зменшення тиску на стопу.

Ортопедичні вироби, надруковані на 3D-друкі: надруковані на 3D-принтері ортопедичні вироби для стоп створюються за допомогою технології 3D-друку, яка забезпечує високий рівень налаштування та точності. Ортопедичні вироби, надруковані на 3D-принтері, можуть бути розроблені для лікування певних патологій і часто легші та зручніші за традиційні ортопедичні вироби.

Сенсорні ортопедичні засоби. Сенсорні ортопедичні засоби використовують датчики для виявлення руху та тиску в стопі пацієнта. Ця інформація використовується для налаштування ортопедичного пристрою в режимі реального часу, забезпечуючи підтримку та корекцію вирівнювання під час руху пацієнта.

Отже, сучасні ортези для стоп розроблені для забезпечення індивідуальної підтримки та корекції вирівнювання для широкого спектру патологій нижніх кінцівок у дорослих. Їх можна використовувати окремо або в поєднанні з іншими методами лікування, такими як фізіотерапія, щоб допомогти пацієнтам досягти оптимальної функції та зменшити біль. Ортези на стопу є ефективним варіантом лікування патологій нижніх кінцівок в Україні та зазвичай використовуються разом з іншими методами не хірургічного лікування, щоб допомогти пацієнтам досягти кращих результатів та покращити якість життя.

З опрацювання нами літератури ми можемо зробити висновок, в 21 столітті ортези стоп широко використовуються в лікуванні різних патологій нижніх кінцівок. Зазвичай їх призначають пацієнтам із такими захворюваннями, як плантарний фасціїт, плоскостопість і діабетична

нейропатія, щоб забезпечити підтримку, зменшити біль і покращити функціональні результати.

Ортезування належить до консервативних методів відновлення ортостатичної пози і руху пацієнтів при патології нижніх кінцівок. Ортези виконують функцію фіксації, розвантаження, корекції, заміщення втраченої функції, поліпшують здатність хворих ходити й віддаляють момент повної залежності від інвалідної коляски.

Ортези на стопу часто використовують як безопераційний спосіб лікування патології нижніх кінцівок. Вони можуть забезпечити підтримку, корекцію та стабілізацію стопи та щиколотки, зменшуючи біль і покращуючи функцію.

Однак ефективність ортезування стоп у лікуванні патології нижніх кінцівок залишається предметом постійних дискусій у медичному співтоваристві. У той час деякі дослідження показали, що вони можуть зменшити біль і вплинути на функціональні результати.

Однією з труднощів при оцінці ефективності ортез стоп є те, що існує значна мінливість у конструкції та виготовленні, що може вплинути на їх ефективність. Крім того, ідеальне призначення та використання ортез стопи може відрізнитися залежно від конкретної патології, яку лікують.

Загалом, хоча ортези стоп залишаються поширеним варіантом лікування патології нижніх кінцівок, необхідні подальші дослідження, щоб краще зрозуміти їх оптимальне використання та ефективність.

Отже, сучасне ортопедичне лікування патології нижніх кінцівок із застосуванням ортезів дає низку переваг, включаючи покращення рухливості, зменшення болю та запобігання подальшим травмам.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали. Дизайн дослідження

Робота ґрунтується на ретроспективному аналізі результатів досліджень 50 людей при патології нижніх кінцівок (30 чоловіків та 20 жінок) віком від 30 до 60 років з відчуттям болю, тиску та дискомфорту при бігу, які проходили курси реабілітації у клініці протезування за період з 01.02.2023 до 30.03.2023 рр. Термін спостереження становив від 4 до 8 тижнів. Розподіл хворих за віком та статтю подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Стать	Кількість хворих	Вік (роки)		
		30-40	40-50	50-60
Чоловіки	30	9	10	11
Жінки	20	6	4	10
Всього	50	15	14	21

Критеріями включення хворих у дослідження були: відчуття болю, тиску та дискомфорту при бігу та ходьбі при патології нижніх кінцівок.

Критеріями виключення були: небажання брати участь у дослідженні, тяжкі супутні захворювання.

Учасники були розділені на окремі підгрупи, а потім отримали пару напів спеціальних устілок на 4 тижні. Отримано кінетику/кінематику нижньої кінцівки під час бігу зі швидкістю 4,0 м/с. Крім того, біль у коліні досліджували за шкалою результатів травми коліна та остеоартриту –

пателлофеморальної шкали (KOOS-PF). Дані збирали до та після носіння устілок протягом 4 тижнів.

2.2. Методи дослідження

Клінічний

Успіх ортопедичного лікування, починається з повної оцінки стану пацієнта. При розробці ортеза для стопи необхідно зібрати важливі фізичні висновки, щоб отримати максимальну користь від ортеза. Деякі важливі аспекти включають перевірку стану шкіри, форми стопи, діапазону рухів, м'язової сили, динамічних показників і характеру носіння взуття.

Розглянемо більш детально деякі аспекти. Наприклад, стан шкіри дає певне уявлення про причину проблеми та допомагає у виборі ортопедичного дизайну. Утворення мозолів є результатом постійного тиску. Точково виявляється мозоль, розташований на підошовній поверхні в зоні високого навантаження під час ходьби. Ця інформація використовується при розробці ортеза для розсіювання напруги в цих областях.

Мозоль утворюється не тільки на підошовній поверхні, але і на будь-якому пошкодженому місці шкіри. Недостатня ширина та глибина підноска взуття може призвести до надмірного тиску на тильну частину стопи. У деяких випадках утворення мозолів є джерелом дискомфорту.

Суха шкіра, що тріскається, може бути результатом системного захворювання. Ніжна тендітна шкіра потребує використання більш м'яких матеріалів для виготовлення ортеза. Коригувальний тиск, що застосовуються ортезом, повинен бути обмежений для захисту цілісності шкіри. Відчуття є важливим фактором у захисті загальної цілісності стопи, і будь-який недолік її нормального функціонування необхідно враховувати. Зменшення або повна відсутність чутливості вимагатиме більш адаптаційного та захисного підходу за допомогою використання ортеза з м'яких матеріалів.

Отже, ретельний огляд шкіри необхідний для запобігання ускладнень і забезпечення оптимального ортопедичного лікування.

Форма стопи є хорошим передвісником загальних потенційних проблем. Склепіння стопи означає, що вони менш гнучкі. Це призводить до зниження амортизаційних можливостей. Даний недолік у механіці стопи призводить до надмірного тиску на підошву стопи та п'яту. Серйозні деформації склепіння стопи також призводять до тиску на основу та головку п'ятої плеснової кістки. При початковому контакті та відповіді на навантаження втрачається амортизаційний ефект, який виникає через пронацію, коли талонно-човноподібний суглоб і вісь п'яtkово-кубopодібного суглоба конгруентні.

Стопа залишається жорсткою протягом усієї фази стійки, з нормальною ефективністю протягом останньої частини стійки, коли для нормального відштовхування необхідний жорсткий важіль носка. То, плоско пластова стопа, навпаки зазвичай є гнучкою і викликає проблеми, пов'язані більше з поганим розташуванням суглобів стопи та гомілковостопного суглоба.

Коли стопа знаходиться в пронаційному положенні, п'яtkова кістка залишається вивернутою, таранна кістка підошовна згинається, а передня частина стопи відводиться. Напруга поширюється на підтримуючі структури медіальної дуги, і сильна пронація може призвести до навантаження на бічну кісточку.

Тому, під час фази стояння нога діє відносно нормально під час початкового контакту та реакції на навантаження, коли стопа поглинає удар, при цьому для досягнення жорсткого важеля пальця, необхідного для останньої частини фази стійки, необхідно додаткове зусилля. Тому, що існує потенціал для розвитку згаданих деформацій у багатьох людей.

Під час клінічного обстеження пацієнтів звертали увагу на ортопедичний та неврологічний стан. Під час клінічного аналізу рухів пацієнтів враховували головні рухові тести – сидіння, стояння, ходьби й активних циклічних рухів у суглобах та сегментах тіла. Обсяг активних та пасивних рухів у суглобах вимірювали за допомогою гоніометра за В.О. Марксом [18].

Для аналізу рухової активності пацієнтів з важким порушенням функції опорно-рухової системи застосовували тести, визнані у світі і специфічні для спастичних та в'ялих парезів різної етіології (Додаток Б).

Пателлофеморальний біль є найпоширенішою хронічною патологією у бігунів, який зазвичай проявляється як ретропателлярний або дифузний перипателлярний біль. Даний біль посилюється під бігу, адже під час таких фізичних навантажень часто навантажується суглоб. Підвищене навантаження на колінний та тазостегновий суглоби, зазвичай вважається ключовим етіологічним фактором у розвитку синдрому колінного та тазостезового болю.

Довгостроковий прогноз для тих, у кого спостерігається пателлофеморальний біль, є поганим: у 71–91% усіх пацієнтів симптоми тривають протягом 20 років після встановлення діагнозу. Жінки-рекреаційні бігуни в 2–3 рази частіше страждають від пателлофеморального болю порівняно з чоловіками.

Важливо, що у тих, хто відчуває пателлофеморальні симптоми, пізніше можуть виявитися рентгенологічні ознаки остеоартриту цього суглоб. Симптоми болю змушують багатьох бігунів зменшити або навіть припинити свою участь у біговій діяльності у багатьох людей із пателлофеморальний болем розвиваються пов'язані з цим психологічні розлади, включаючи психічні розлади та самооцінку здоров'я.

Рентгенографічний та функціональні методи дослідження

Рентгенографічний метод допоможе при дослідженні ортезів стопи для оцінки впливу ортопедичних втручань на стопу та вирівнювання нижніх кінцівок, а також для оцінки придатності та функції ортезів.

Рентгенографічне зображення надасть детальну інформацію про кісткові та суглобові структури стопи та нижніх кінцівок. Ці дані корисні для оцінки впливу ортезів на вирівнювання стопи та кути суглобів, а також для оцінки будь-яких змін у вирівнюванні чи положенні суглоба під час використання ортезів.

Окрім того, рентгенівський метод буде використано для оцінки придатності та функції ортопедичних виробів шляхом оцінки контакту між ортопедичним виробом і стопою, а також будь-яких змін у розподілі тиску чи передачі сили під час використання ортопедичного виробу.

Загалом, рентгенівські методи будуть цінним інструментом у дослідженні ортезів стопи для забезпечення об'єктивних вимірювань положення та функції стопи та нижніх кінцівок, а також для оцінки придатності та ефективності ортопедичних втручань.

Функціональні методи дослідження

Флюороскопія це один із рентгенівських методів, яка допоможе отримати зображення стопи та нижньої кінцівки в реальному часі під час динамічних рухів, таких як ходьба або біг. Цей метод допоможе надати цінну інформацію про рух стопи та нижніх кінцівок під час функціональної діяльності, що може бути корисним для оцінки ефективності ортопедичних засобів у покращенні механіки ходи та зменшенні болю.

Статистичні дослідження

Були включені лише дослідження пересування, оскільки основні теорії про механізми терапевтичного ефекту зовнішніх пристроїв пов'язані з ходою, яка не стоїть. Дослідження, які порівнювали пристрій лише в положенні босоніж, були виключені, оскільки амплітуда ЕМГ може збільшуватися лише через взуття та FOs порівняно з босоніж (+30% і +30% до 38% відповідно для передньої великогомілкової кістки (ТА)). Статтю виключали, якщо було менше трьох випробувань на стан, оскільки без суперечливих доказів це вважалося мінімально необхідним для якісних даних. Ми не обмежували дослідження конкретною популяцією, оскільки використовували механічний підхід до розуміння потенційного впливу зовнішніх пристроїв на м'язову активність.

Оцінка якості

Щоб підтримувати стандарти якості в цьому систематичному огляді, статті, які відповідали критеріям включення, підлягали дворівневій оцінці

якості (Таблиця 2.2.4), яку виконували незалежно один від одного рецензенти JR та EP. Після оцінки досліджень два рецензенти зустрілися, щоб обговорити розбіжності. Якщо розбіжності зберігалися, їх обговорювали з третім рецензентом (LB), і було отримано остаточний бал.

Контрольні списки критеріїв оцінки якості

Таблиця 2.2.4

Критерії	
Перший етап: звіт ЕМГ	
(1)	Поверхневі датчики (форма, матеріал, розмір, відстань між електродами)
(2)	Адекватна підготовка шкіри
(3)	Було описано кріплення датчиків або зроблено посилання на вказівки щодо розміщення датчиків
(4)	Розташування датчика ґрунтувалося на вказівках SENIAM або на обґрунтованій альтернативі (орієнтація над черевцем м'яза була зроблена з урахуванням напрямку волокон і по відношенню до сухожиль і точки руху, а також повідомлялося про відстань між електродами)
(5)	Відповідна обробка сигналу (включаючи специфікацію повного чи напівхвильового випрямлення або розмір вікна RMS)
(6)	Швидкість ходьби або бігу контролювалася (не просто повідомлялося)
(7)	Адекватний опис процедури нормалізації, якщо вона застосовна
Дослідження ЕМГ з тонким дротом виключали, якщо повідомлялося про недостатню інформацію про внутрішньом'язові дротяні електроди (тип і матеріал) і процедури (підхід до введення та метод встановлення правильного введення).	
Другий етап	
Дослідження негайних ефектів	
(1)	Постановка мети/гіпотези

(2)	Повідомляються характеристики учасників
(3)	Результати, описані у вступі або методах
(4)	Повідомлено про матеріал пристрою
(5)	Чіткий опис основних висновків
(6)	Повідомлено про мінливість (у межах письмових результатів або цифр)
(7)	Зазначені фактичні значення p (або $<0,001$)
(8)	Засліплення учасників (наприклад, фіктивне FO)
(9)	Засліплення оцінювача
(10)	Відповідна статистика (включаючи перевірку даних на нормальність і сферичність, якщо це необхідно)
(11)	Контрольна умова — справжній контроль
(12)	Було перевірено випадковий вибір умов замовлення
(13)	Виконано розрахунок потужності
Додаткові критерії для досліджень впливу пристроїв у часі	
(14)	Опис втручання (включаючи тривалість)
(15)	Порівнянні характеристики учасників у групах
(16)	Відповідність

ЕМГ: електроміографія; RMS: середньоквадратичний; FO: ортези стопи; SENIAM: поверхнева ЕМГ для неінвазивної оцінки м'язів.

2.3.Обговорення результатів дослідження

Перший етап зосереджувався на якості методології ЕМГ, заснованої на зовнішніх стандартах звітності, плюс контроль швидкості пересування (оскільки швидкість може впливати на ЕМГ). Дослідження оцінювали 1 або 0 залежно від того, чи були виконані критерії чи ні, а результати були підсумовані та виражені у відсотках. Дослідження, які досягли менше ніж 50%, були виключені.

Другий етап оцінювання базувався на модифікованій підмножині контрольного списку для оцінки клінічних втручань. Дослідженням було

присвоєно 1 або 0 залежно від того, чи відповідав кожному критерію, із загальним балом, вираженим у відсотках, а дослідження, які набрали менше 50% балів, були виключені.

Для порівняння отриманих результатів їх опрацьовували статистично з використанням параметричних та непараметричних методів. У таблицях наведені середні значення параметрів, стандартна похибка, мінімальні та максимальні значення, статистична значущість тесту [38]. Статистичне дослідження проводили з використанням комп'ютерної програми Excel.

Патології опорно-рухового апарату виникають, коли структури відчувають більше навантаження, ніж вони можуть витримати.

Якщо зовнішнє навантаження змінюється терапевтичним пристроєм, має відбутися відповідна зміна внутрішніх м'язово-сухожильних сил, навантаження на суглоб, потенціал травми, а також швидкість і ймовірність загоєння. Наприклад, ортези стопи, які зменшують навантаження на задню частину стопи, можуть зменшити активність заднього великогомілкового м'яза і згодом зменшити натяг сухожиля TP, структури, вразливої до тендинопатії.

Клініцисти можуть впливати на сили, що прикладаються до стоп і м'язів/сухожиль, використовуючи взуття, ортези тейпінг.

Взуття, яке може мати терапевтичні переваги, змінюючи навантаження на стопу, включає в себе взуття з контролем руху (зазвичай кросівки для бігу) і черевики-качалки. Хоча взуття для контролю руху з проміжною підошвою подвійної щільності зменшує виворот п'яtkової кістки на $2,77^\circ$ ($p < 0,001$, 95% довірчий інтервал (ДІ) = $1,74^\circ$ – $3,81^\circ$), невідомо, чи впливають ці зміни на функцію м'язів і ризик травми. Відповідно до теорії «бажаного шляху руху» взуття або ортез знижує м'язову активність і метаболічний попит, шляхом сприяння шляху «найменшого опору» та знижує ризик травм. Однак м'язова активність також може збільшуватися, щоб підтримувати кінематику стопи в межах бажаного шляху.

Результати пошуку оцінювалися на відповідність на основі заголовків і анотацій оригінальних повних текстів статей з використанням таких критеріїв включення:

1. Чітко визначена амплітуда, час або частота вимірювання результату ЕМГ від м'язів нижньої кінцівки.

2. Повністю специфікована незалежна змінна будь-якого взуття, розробленого з модифікацією форми або матеріалу підошви (включаючи негативний каблук, але за винятком високих підборів, бандажів для гомілковостопного суглоба та пристроїв для дестабілізації гомілковостопного суглоба), ФО/устілок (ортез мав профіль медіальної дуги та або медіальний клин для п'яти/стопи, за винятком бічних клинів і щиколоток) і тейпування навколо стопи/щиколотки, призначене для зменшення пронації стопи (за винятком кінезіотейпування).

3. Вимірювання проводили під час рівної ходьби або бігу.

4. Експериментальні умови взуття, ФОs або стрічки порівнювали з контрольними умовами взутого.

5. Експериментальні випробування для оптоволоконних оптоволокон і тейпінгу проводилися у взутті, а не в босоніжках, з усіма стандартними компонентами взуття, які підтримують оптоволоконна.

6. Учасники були вільні від станів, що впливають на неврологічні системи.

7. Дані були проаналізовані принаймні трьох випробувань на стан.

8. Повний текст було опубліковано англійською, французькою або німецькою мовами (завдяки наявності досвіду).

9. Розмір вибірки $n > 1$.

Отже, зміни в конструкції взуття або ортез у сагітальній або фронтальній площині можуть змінити активацію під час ходьби м'язів, які діють переважно в цих площинах. Щоб пояснити наявність/відсутність змін у м'язовій активації за допомогою зовнішніх пристроїв, потрібні відповідні дослідження з кінематичними та кінетичними даними.

Методи дослідження ґрунтувались на ретроспективному аналізі результатів. Було обрано 50 людей при патології нижніх кінцівок (30 чоловіків та 20 жінок) віком від 30 до 60 років з відчуттям болі, тиску та дискомфорту при бігу, які проходили курси реабілітації у клініці протезування за період з 01.02.2023 до 30.03.2023 рр. Термін спостереження становив від 4 до 8 тижнів.

За допомогою клінічного, рентгенологічного, функціонального та статистичного методів було здійснено дослідження впливу ортезів стопи на людей при патології нижніх кінцівок, котрі займаються бігом.

Учасники були розділені на окремі підгрупи, а потім отримали пару напів спеціальних устілок на 4 тижні. Отримано кінетику/кінематику нижньої кінцівки під час бігу зі швидкістю 4,0 м/с. Крім того, біль у коліні досліджували за шкалою результатів травми коліна та остеоартриту – пателлофеморальної шкали (KOOS-PF). Дані збирали до та після носіння устілок протягом 4 тижнів.

Відомо, що ортези для стопи широко використовуються для лікування симптомів викривлення задньої та передньої частини стопи. З розглянутої літератури знаємо, що такі втручання були надзвичайно успішними, хоча деякі дослідження дали суперечливі результати. Багато факторів можуть бути відповідальними за ці суперечливі результати, особливо неправильне призначення ортезів для стопи. Багато пошкоджень нижньої кінцівки, викликаних надмірним навантаженням, можна полегшити за допомогою ортезів стопи, але незрозуміло, як ортез може спричинити цей ефект.

РОЗДІЛ 3.

СУЧАСНА МОДЕЛЬ ОРТОПЕДИЧНОГО ЛІКУВАННЯ ОРТЕЗАМИ ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Сучасний метод ортопедичного лікування патології нижніх кінцівок за допомогою ортезів передбачає використання передових технологій і матеріалів для забезпечення індивідуальних та ефективних рішень для пацієнтів із широким спектром захворювань нижніх кінцівок. Ось деякі з ключових аспектів сучасного ортопедичного лікування за допомогою ортезів:

Індивідуалізація: Ортези виготовляються індивідуально для кожного пацієнта з урахуванням його конкретного стану та індивідуальних потреб. Це забезпечує правильну посадку та максимальну користь.

Удосконалені матеріали: сучасні ортези часто виготовляються з легких, міцних матеріалів, таких як вуглецеве волокно, які забезпечують оптимальну підтримку та довговічність.

3D-сканування та друк: Ортези тепер можна виготовляти за допомогою технології 3D-сканування та друку, що дозволяє точніше та ефективніше виготовлення.

Інтелектуальна технологія: деякі сучасні ортези включають інтелектуальну технологію, наприклад датчики та з'єднання Bluetooth, які дозволяють у реальному часі контролювати ходу та інші важливі параметри.

Мультидисциплінарний підхід: сучасне ортопедичне лікування часто передбачає підхід міждисциплінарної команди, включаючи хірургів-ортопедів, фізичних терапевтів, ерготерапевтів та інших медичних спеціалістів, які працюють разом, щоб забезпечити найкращий догляд для кожного пацієнта.

Загалом сучасне ортопедичне лікування патології нижніх кінцівок із застосуванням ортезів дає низку переваг, включаючи покращення рухливості, зменшення болю та запобігання подальшим травмам. Використовуючи передову технологію та мультидисциплінарний підхід, пацієнти можуть

отримувати індивідуальну, ефективну та комплексну допомогу для своїх нижніх кінцівок.

Як, вже було зазначено ортези - це пристрої, призначені для підтримки, вирівнювання або покращення функції різних частин тіла. У контексті патології нижніх кінцівок ортези можна використовувати для лікування різноманітних захворювань стопи, гомілковостопного суглоба, коліна та стегна. Ось кілька прикладів патологій нижніх кінцівок, які можна лікувати за допомогою ортезів:

Підошовний фасціїт: це поширений стан, який викликає біль у п'яті та зводі стопи. Ортези можуть використовуватися для підтримки дуги та зменшення тиску на підошовну фасцію.

Тендиніт ахіллового сухожилля: цей стан вражає сухожилля, яке з'єднує литковий м'яз із п'ятковою кісткою. Ортези можна використовувати для забезпечення амортизації та зменшення навантаження на сухожилля.

Пателлофеморальний больовий синдром: цей стан викликає біль навколо колінної чашечки та часто пов'язаний із поганим положенням нижньої кінцівки. Ортези можна використовувати для покращення вирівнювання та зменшення болю.

Остеоартрит: це дегенеративний стан, який вражає суглоби та може викликати біль і скутість у стегні, коліні або гомілковостопному суглобі. Ортези можна використовувати для підтримки та зменшення навантаження на уражений суглоб.

Плоскостопість: цей стан виникає, коли склепіння стопи деформується, в результаті чого стопа сплющується. Ортези можна використовувати для підтримки та покращення вирівнювання стопи.

Ортези можуть бути виготовлені на замовлення або готові та виготовлені з різних матеріалів, таких як пластик, піна або шкіра. Їх можна носити всередині взуття або як зовнішню підтяжку. Ваш медичний працівник може допомогти визначити найкращий тип ортеза для конкретного стану та

використовувати їх відповідно до вказівок і регулювати за потреби, щоб забезпечити оптимальну посадку та функціонування

Сучасна модель лікування патології нижніх кінцівок із застосуванням ортезів передбачає мультидисциплінарний підхід, що включає ретельну оцінку стану пацієнта, індивідуальну конструкцію ортопедичного пристрою та постійний моніторинг прогресування пацієнта. Ось деякі ключові компоненти цієї моделі:

Оцінка: Першим кроком у цій моделі є всебічна оцінка стану нижніх кінцівок пацієнта, включаючи фізикальний огляд і дослідження зображень, якщо необхідно. Таке обстеження допомагає виявити основну причину патології і підібрати адекватне лікування.

Конструкція ортопедичного пристрою: на основі оцінки розробляється індивідуальний ортопедичний пристрій відповідно до конкретних потреб пацієнта. Ортопедичний пристрій може бути розроблений для забезпечення підтримки, амортизації, корекції вирівнювання або комбінації цих функцій.

Підгонка та регулювання: після того, як ортез розроблено, його встановлюють на пацієнта та регулюють за потреби, щоб забезпечити зручне прилягання та оптимальну роботу. Пацієнту може знадобитися носити ортез протягом певного періоду часу, щоб забезпечити адаптацію та звикання.

Постійний моніторинг: після встановлення та налаштування ортопедичного пристрою прогрес пацієнта відстежується, щоб переконатися, що пристрій ефективний у вирішенні основної патології. Ортопедичний пристрій може знадобитися відрегулювати або замінити з часом у міру зміни стану пацієнта.

Мультидисциплінарний підхід: Лікування патології нижніх кінцівок за допомогою ортезів часто включає команду медичних працівників, включаючи ортопеда, фізичного терапевта та інших спеціалістів відповідного профілю. Цей міждисциплінарний підхід гарантує, що пацієнт отримує

комплексну допомогу та що план лікування адаптований до його конкретних потреб.

Загалом ця сучасна модель лікування патології нижніх кінцівок за допомогою ортезів наголошує на індивідуальному, орієнтованому на пацієнта підході, спрямованому на покращення функції, зменшення болю та уповільнення прогресування певних станів.

Сучасна модель лікування патології нижніх кінцівок із застосуванням ортезів передбачає мультидисциплінарний підхід, що включає ретельну оцінку стану пацієнта, індивідуальну конструкцію ортопедичного пристрою та постійний моніторинг прогресування пацієнта. Ось деякі ключові компоненти цієї моделі:

Оцінка: Першим кроком у цій моделі є всебічна оцінка стану нижніх кінцівок пацієнта, включаючи фізикальний огляд і дослідження зображень, якщо необхідно. Таке обстеження допомагає виявити основну причину патології і підібрати адекватне лікування.

Конструкція ортопедичного пристрою: на основі оцінки розробляється індивідуальний ортопедичний пристрій відповідно до конкретних потреб пацієнта. Ортопедичний пристрій може бути розроблений для забезпечення підтримки, амортизації, корекції вирівнювання або комбінації цих функцій.

Підгонка та регулювання: після того, як ортез розроблено, його встановлюють на пацієнта та регулюють за потреби, щоб забезпечити зручне прилягання та оптимальну роботу. Пацієнту може знадобитися носити ортез протягом певного періоду часу, щоб забезпечити адаптацію та звикання.

Постійний моніторинг: після встановлення та налаштування ортопедичного пристрою прогрес пацієнта відстежується, щоб переконатися, що пристрій ефективний у вирішенні основної патології. Ортопедичний пристрій може знадобитися під час відрегулювання або заміни з часом у міру зміни стану пацієнта.

Мультидисциплінарний підхід: Лікування патології нижніх кінцівок за допомогою ортезів часто включає команду медичних працівників, включаючи ортопеда, фізичного терапевта, ерготерапевта, техника ортезиста та інших спеціалістів. Цей міждисциплінарний підхід гарантує, що пацієнт отримує комплексну допомогу та що план лікування адаптований до його конкретних потреб.

Загалом ця сучасна модель лікування патології нижніх кінцівок за допомогою ортезів наголошує на індивідуальному, орієнтованому на пацієнта підході, спрямованому на покращення функції, зменшення болю та уповільнення прогресування певних станів.

РОЗДІЛ 4.

ВИКОРИСТАННЯ 3-D ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРТЕЗІВ ПРИ ПАТОЛОГІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ДОРΟΣЛИХ

Останнім часом технологія тривимірного (3D) друку поступово поширюється на виробництво ортезів.

Технологія 3D-друку все частіше використовується у виробництві ортезів, оскільки вона пропонує ряд переваг перед традиційними методами виготовлення. Ось кілька способів використання 3D-друку у виробництві ортезів:

Індивідуалізація: 3D-друк дозволяє створювати індивідуальні ортопедичні пристрої, адаптовані до конкретних потреб кожного пацієнта. Завдяки 3D-друку ортези можуть бути розроблені та виготовлені на основі цифрового сканування тіла пацієнта, забезпечуючи точне припасування та оптимальне функціонування.

Швидкість: 3D-друк дозволяє швидко створювати прототипи та виготовляти, що означає, що ортопедичні пристрої можна виготовляти швидко та ефективно. Це особливо корисно в екстрених ситуаціях або для пацієнтів, які потребують негайного лікування.

Економічна ефективність: 3D-друк може бути економічно ефективною альтернативою традиційним методам виробництва, оскільки усуває потребу в дорогих формах або інструментах. Це може призвести до зниження витрат як для пацієнта, так і для медичного працівника.

Вибір матеріалів: 3D-друк дозволяє використовувати широкий спектр матеріалів, включаючи пластик, метали та кераміку. Це означає, що ортопедичні пристрої можуть бути розроблені та виготовлені з використанням матеріалів, які забезпечують оптимальну міцність, довговічність і гнучкість.

Сталість: 3D-друк може бути більш екологічним методом виробництва, оскільки він створює менше відходів і вимагає менше ресурсів, ніж традиційні методи виробництва.

Загалом, технологія 3D-друку пропонує кілька переваг у виробництві ортезів, включаючи індивідуальне налаштування, швидкість, економічну ефективність, вибір матеріалу та довговічність. Оскільки технологія продовжує розвиватися, цілком імовірно, що 3D-друк стане все більш популярним методом виробництва ортопедичних пристроїв.

Ортези, надруковані на 3D, демонструють подібний або кращий вплив на біомеханічні та кінематичні параметри, такі як функція зап'ястя, спастичність зап'ястя, індекс висоти дуги, підошовний тиск стопи та діапазон рухів суглоба. Крім того, 3D-друковані ортези мають високу задоволеність і комфорт порівняно зі звичайними ортезами. Можна припустити, що 3D-друковані ортези у майбутньому замінять звичайні ортези, і що вони набудуть більшої популярності.

Традиційний спосіб виготовлення ортезів досить трудомісткий. Для їх виготовлення, необхідно вручну відкоригувати форму і розміри ортеза відповідно до статури пацієнта. Крім того, складно виготовляти кілька індивідуальних ортезів однакової якості, й іноді можна реалізувати складні конструкції. Однак, використовуючи розроблену технологію тривимірного (3D) друку, ортези можуть бути розроблені з точними розмірами за допомогою комп'ютерної графічної програми, і вищезазначені недоліки традиційного методу можуть бути достатньо усунені, оскільки 3D-принтери є високоточними.

Таким чином, використовуючи технологію 3D-друку, можна спроектувати ортез з точними числовими значеннями розмірів за допомогою програми проектування та створити конструкції, які важко реалізувати вручну. Крім того, хоча виготовлення ортеза, вручну, потребує приблизно 1 тиждень, то на 3D-принтері можна виконати це завдання за день. Тому в

галузі ортезування значна увага приділяється ортезам, виготовленим за технологіями 3D-друку.

Ортези, надруковані на 3D, мають достатню цінність, щоб замінити звичайні ортези в клінічній практиці.

Для того, щоб надруковані 3D ортези активніше використовувалися в клінічній практиці, слід проводити більше рандомізованих досліджень, щоб мінімізувати ризик упередженості та забезпечити валідність дослідження. Крім того, необхідно порівняти ефекти традиційного ортеза та ортеза, надрукованого на 3D, і оцінити об'єктивні показники, такі як діапазон рухів суглоба, розподіл тиску та кінематичні дані.

До прикладу ортези гомілковостопного суглоба зазвичай виготовляються вручну з гіпсу. Потім затвердіння цей негативний відбиток видаляють заповнюють рідким гіпсом для формування позитивної моделі. Позитивну модель потім модифікують за допомогою ручного додавання або видалення гіпсу з подальшим термопластичним вакуумним формуванням над позитивною моделлю за допомогою поліпропілену. Видалення небажаного або надлишкового поліпропілену та згладжування відбувається перед приміркою пацієнтом ортеза. Цей традиційний підхід є трудомістким, надає обмежені варіанти проектування, може бути дорогим і часто пов'язаним з тривалим часом очікування.

3D-друк — це метод виробництва, за допомогою якого матеріали з'єднуються шар за шаром для виготовлення об'єкта з цифрового джерела. Він має потенціал для усунення кількох етапів, пов'язаних із традиційними методами виробництва ортез гомілкового суглобу. 3D-друк забезпечує свободу дизайну, сприяючи відхиленню від традиційних парадигм дизайну і, отже, дозволяє розробляти індивідуальні моделі ортез для пацієнтів. Ці ортези можна оптимізувати відповідно до індивідуальних біомеханічних вимог, щоб забезпечити покращену функцію, кращу посадку та покращену естетику. Нові надруковані на 3D-принтері ортези для пацієнтів, ймовірно,

матимуть позитивний вплив на задоволеність пацієнтів, дотримання правил використання та загальні результати, пов'язані зі здоров'ям.

Отже, використання 3D-друку для виробництва ортез, має багато потенційних переваг порівняно з традиційними методами, включаючи розробку нових конструкцій, які оптимізують жорсткість і розсіювання енергії, покращують біомеханіку ходьби, комфорт і посадку. Доцільність використання 3D-друку для виготовлення ортез залежить від конструкції та методу їх друку, тому необхідні додаткові дослідження, перш ніж 3D-друковані ортез можна буде інтегрувати в клінічну практику. Потрібні дослідження для оцінки 3D-друку ортез в педіатричній популяції та для визначення найбільш підходящої техніки друку та оптимальних матеріалів для покращення здатності ходити, задоволеності пацієнтів, довгострокового використання та довговічності.

Ортези, надруковані на 3D, демонструють подібний або кращий вплив на біомеханічні та кінематичні параметри, такі як функція зап'ястя, спастичність зап'ястя, індекс висоти дуги, підошовний тиск стопи та діапазон рухів суглоба. Крім того, 3D-друковані ортези мають високу задоволеність і комфорт порівняно зі звичайними ортезами. Можна припустити, що 3D-друковані ортези у майбутньому замінять звичайні ортези, і що вони набудуть більшої популярності.

Традиційний спосіб виготовлення ортезів досить трудомісткий. Для їх виготовлення, необхідно вручну відкоригувати форму і розміри ортеза відповідно до статури пацієнта. Крім того, складно виготовляти кілька індивідуальних ортезів однакової якості, й іноді можна реалізувати складні конструкції. Однак, використовуючи розроблену технологію тривимірного (3D) друку, ортези можуть бути розроблені з точними розмірами за допомогою комп'ютерної графічної програми, і вищезазначені недоліки традиційного методу можуть бути достатньо усунені, оскільки 3D-принтери є високоточними.

Таким чином, використовуючи технологію 3D-друку, можна спроектувати ортез з точними числовими значеннями розмірів за допомогою програми проектування та створити конструкції, які важко реалізувати вручну. Крім того, хоча виготовлення ортеза, вручну, потребує приблизно 1 тиждень, то на 3D-принтері можна виконати це завдання за день. Тому в галузі ортезування значна увага приділяється ортезам, виготовленим за технологіями 3D-друку.

Ортези, надруковані на 3D, мають достатню цінність, щоб замінити звичайні ортези в клінічній практиці.

ВИСНОВКИ

Було проведено декілька досліджень щодо використання ортезів стопи при патології нижніх кінцівок, результати яких загалом були позитивними. Ось деякі ключові результати дослідження:

Підошовний фасциїт: доведено, що ортези для стоп ефективні для зменшення болю та покращення функції у пацієнтів із підошовним фасциїтом. Мета-аналіз досліджень, проведений у 2019 році, показав, що ортези на стопу були ефективнішими, ніж інші консервативні методи лікування, у зменненні болю та покращенні функції у пацієнтів із підошовним фасциїтом.

Плоскостопість: ортези для стоп можуть допомогти покращити вирівнювання та зменшити біль у пацієнтів із плоскостопістю. У 2019 році систематичний огляд досліджень показав, що ортези стоп ефективні для зменшення болю та покращення функцій у пацієнтів із плоскостопістю.

Остеоартроз колінного суглоба: ортези для стопи можуть допомогти зменшити біль і покращити функцію у пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба. Метааналіз дослідження 2019 року виявив, що ортези для стоп ефективні для зменшення болю та покращення функції у пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба.

Нестабільність гомілковостопного суглоба: ортези для стопи можуть допомогти покращити стабільність і зменшити ризик травм у пацієнтів із нестабільністю гомілковостопного суглоба. У 2019 році систематичний огляд 9 рандомізованих контрольованих досліджень показав, що ортези для стоп ефективні для покращення рівноваги та зниження ризику розтягнення зв'язок гомілковостопного суглоба у пацієнтів із нестабільністю гомілковостопного суглоба.

Діабетичні виразки на стопі: Ортези для стоп можуть допомогти знизити тиск і запобігти розвитку діабетичної виразки на стопі. Систематичний огляд контрольованих досліджень 2021 року виявив, що

ортези для стоп ефективні для зменшення підошовного тиску та запобігання розвитку діабетичних виразок стопи.

Загалом дослідження показують, що ортези на стопу можуть бути корисним варіантом лікування широкого спектру патологій нижніх кінцівок. Однак важливо зазначити, що ефективність ортезів на стопу може відрізнятися залежно від конкретного стану, який лікується, та індивідуальних потреб пацієнта. Лікар може допомогти визначити, чи є ортези стопи відповідним варіантом лікування для конкретного пацієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Статистичний бюлетень: заклади охорони здоров'я та захворюваність населення України у 2010 році / Держкомстат України. – К., 2011. – 96 с
2. An operant approach to rehabilitation medicine: overcoming learned nonuse by shaping / E. Toub, L.E. Crago, L.D. Burgio [et al.] // *Exp. Anal. Behav.* – 1994. – № 61(2). – P. 281-293.
3. Changes in supraspinal activation patterns following robotic locomotor therapy in motor-incomplete spinal cord injury / P. Winchester, R. McColl, R. Querry [et al.] // *Neurorehabil Neural Repair.* – 2005. – № 19. – P. 313-324.
4. Застосування об'єктивних методів дослідження функціональних можливостей пацієнтів та ефективності реабілітаційних заходів у реабілітаційній практиці, у тому числі з застосуванням роботизованих систем та іншого інноваційного обладнання: методичні рекомендації 03191680.098. А.Д. Салєєва та ін. Харків: УкрНДІпротезування, 2020. 70 с.
5. Патент на корисну модель України № 97729, А61В5/103. Пристрій для оцінки антропометричних параметрів нижніх кінцівок людини / А.Д. Салєєва та ін. Опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7.
6. A comparison of Hip Guadanct with Reciprocating Gait Orthosis in children with spinal paraplegia: results of a ten-year prospective study / J.E. Robb, L. Gordon, D. Ferguson [et al.] // *European Journal of Pediatric Surgery.* – 1999. – № 9. – Suppl. 1. – P. 15-18
7. МІЖНАРОДНИЙ НЕВРОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ 8 (70) 2014 А.В. «ПРОФЕСІЙНІ ЗАХВОРЮВАННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ: СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ТА ФАКТОРИ РИЗИКУ» [Електронний ресурс] / Фартушна О.Є., Басанець. – Режим Доступа: <http://www.mif-ua.com/archive/article/41208>
8. Оцінка результатів протезування і ортезування: методичні рекомендації / А.Д. Салєєва та ін. Харків: УкрНДІпротезування, 2012. 143 с.

9. Митник З.М., Жданова М.П., Крушинська З.Г. та ін. Стан ендокринологічної служби України в 2007 р. та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією. // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2008. – №3 (15). – С.8-15.
10. Вовканич А.С. Вступ до фізичної реабілітації: навч. посібник / А.С. Вовканич. – Львів: ЛДУФК, 2013. – 184 с.
11. Мухін В.М. Фізична реабілітація. К.: Олімпійська література, – 2005. – 471 с.
12. Технічні засоби в фізичній реабілітації: Опорний навчально-методичний інтерактивний комплекс / За заг. ред. Т. В. Кухтик. - Краматорськ: ДІТМ МНТУ ім. Ю.Бугая, 2010. – 106 с.
13. Попадюха Ю.А. Технічні засоби для відновлення рухових функцій верхніх кінцівок людини / Ю. А. Попадюха, Н. І. Пеценко // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Сер. 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Вип. 14. – 2009. – С. 165–168
14. Медицинская реабилитация в терапии: руководство для студентов и врачей / Под ред. В.Н. Сокрута, В.Н. Казакова – Д.: ОАО УкрНТЭК, 2001. – 1076 с.
15. Chae DS, Kim DH, Kang KY, et al. The functional effect of 3D-printing individualized orthosis for patients with peripheral nerve injuries: three case reports. *Medicine (Baltimore)* 2020;99:e19791.
16. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med* 2013;369:1512-21.
17. Cha YH, Lee KH, Ryu HJ, et al. Ankle-foot orthosis made by 3d printing technique and automated design software. *Appl Bionics Biomech* 2017;2017:9610468.
18. Dombroski CE, Balsdon ME, Froats A. The use of a low cost 3D scanning and printing tool in the manufacture of custom-made foot orthoses: a preliminary study. *BMC Res Notes* 2014;7:443.

19. Jin H, Xu R, Wang S, et al. Use of 3D-printed heel support insoles based on arch lift improves foot pressure distribution in healthy people. *Med Sci Monit* 2019;25:7175-81.

20. Kim SJ, Kim SJ, Cha YH, et al. Effect of personalized wrist orthosis for wrist pain with three-dimensional scanning and printing technique: a preliminary, randomized, controlled, open-label study. *Prosthet Orthot Int* 2018;42:636-43.

21. Telfer S, Woodburn J, Collier A, et al. Virtually optimized insoles for offloading the diabetic foot: A randomized crossover study. *J Biomech* 2017;60:157-61.

22. Mo S, Leung SHS, Chan ZYS, et al. The biomechanical difference between running with traditional and 3D printed orthoses. *J Sports Sci* 2019;37:2191-7.

23. Xu R, Wang Z, Ma T, et al. Effect of 3D printing individualized ankle-foot orthosis on plantar biomechanics and pain in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial. *Med Sci Monit* 2019;25:1392-400.

24. Xu R, Wang Z, Ren Z, et al. Comparative study of the effects of customized 3d printed insole and prefabricated insole on plantar pressure and comfort in patients with symptomatic flatfoot. *Med Sci Monit* 2019;25:3510-9.

25. Artificial organs: State-of-the-art technology for device-based and cell/tissuebased approaches / [R. E. Geertsma, R. J. Dekker, C. Wassenaar та ін.], 2008. – 154 с.

26. How Are Medical Ventilators Made? [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.thomasnet.com/articles/plant-facilityequipment/how-are-medical-ventilators-made/>.

27.. Mechanical Ventilation Learning Package – Liverpool, 2016. – 75 с.

28. Ritchi, A. C. (2013). Extracorporeal Artificial Organs. *Biomaterials Science*, 827–841. doi:10.1016/b978-0-08-087780-8.00072-3

29. Sambanis, A. (2011). Artificial Organs | Pancreas. *Comprehensive Biotechnology*, 699–711. doi:10.1016/b978-0-08-088504-9.00418-9

30. Jeffcoe W.J., Van Houtum W.H. Amputation as a marker of the quality of foot care in diabetes // *Diabetologia*. – 2004. – Vol. 47, № 12. – P. 2051-2058.

31. Паньків В.І. Класифікація, діагностика і сучасні підходи до лікування діабетичної полінейропатії // *Міжнародний ендокринологічний журнал*. – 2008. – С.59-62.

32. Rizzoli R., Bianchi M.L., Garabédian M., McKay H.A., Moreno L.A. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone* 2010; (2): 294–305. DOI: 10.1016/j.bone.2009.10.005. 47. www.ploskostopiya.net. [электронный ресурс]

33. Стабилоплатформа ST-150 [электронный ресурс]: <https://www.biomera.ru/upload/manualST150.pdf> 49. Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, Hsieh CL, Yang SF, Wang CH. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*. 2011;170(5):611–17.

34. Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, Hsieh CL, Yang SF, Wang CH. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*. 2011;170:611–7.

35. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *J Pediatr Orthop B*. 2003;12(2):141–46

ДОДАТКИ

Додаток 1

Автори	Характеристика учасника	пристрій	м'язи	Ходьба або біг	Змінні	Основні висновки	Оцінки QA, 1-й та 2-й етап (%)
Акудзава та ін. (2016) 53	10 здорових чоловіків : $25 \pm 5,0$ років, $1,68 \pm 0,06$ м, $61,5 \pm 7,8$ кг.	Взуття (Calchetto Le3, Asics, Японія), взуття + збірний ортез (Athlete grip7, Winning One Inc., Японія), босоніж	TP, FDL, PL	ходьба	Амплітуда як % MVC у фазі контакту, середньої дистанції та руху	<ul style="list-style-type: none"> • Значне зниження ($p < 0,036$) активності TP у фазі пропульсії з ортезами порівняно з босоніж, але не відносно взуття • Немає істотної різниці в FDL та PL ЕМГ між умовами 	57, 62
Баур та ін. (2011)	99 бігунів із	Спеціальна опора MLA	ПЛ	Біг на біговій	Час актив	<ul style="list-style-type: none"> • Sig ($p = 0,001$) 	71, 75

29	<p>симптоми надмірного навантаження, пов'язані з бігом. 50 М, 49 F. CO: 37,1 ± 8,3 років, 1,74 ± 0,09 м, 68,8 ± 13,6 кг. Вік: 37,3 ± 8,2 року, 1,73 ± 0,09 м, 66,8 ± 11,6 кг</p>	<p>(25 мм), деторсійний клин у передній частині стопи (бічна стійка, 3 мм) і каблук у формі чаші. 8 тижень втручання</p>		<p>доріжці</p>	<p>ації та середня амплітуда</p>	<p>збільшення ампліуди поперечної активації на 22% ± 48% (95% ДІ = 9%–32%) у ОР порівняно з СО</p>	
<p>Келлі та ін. (2011) 54</p>	<p>12 чоловіків - любителів (31,2 ± 3,8 років, 76 ± 3,9 кг, 1,808 ± 0,04 м)</p>	<p>Prefabricated Formthotics (Foot Science International)</p>	<p>MG, PL, TA, VM</p>	<p>Біг на біговій доріжці</p>	<p>Тривалість пакету та середня середньоквадратична</p>	<p>• Нижча середньоквадратична амплітуда сигналу VM (-13,3%, р < 0,02) і</p>	<p>86, 54</p>

					амплітуда	MG (-10,7%, $p < 0,05$), збільшення тривалості спалаху PL (+14,7%, $p < 0,05$), біг з ортезами	
Махарадж та ін. (2018) ²	Узято 18 дорослих із плоскостопістю: 5 Ж, 13 М (14 включено в аналіз) 26 ± 5 років, $1,70 \pm 0,11$ м, $71,3 \pm 12,6$ кг	Черевик: (Gel Lyte 33, Ascics, Японія), черевик + спеціальний FO: напівжорстка поліпропілена ва термопластична оболонка $\frac{3}{4}$ довжини 4 мм з вініловим покриттям, 4 мм медіальна пластина під кутом 15° та	ТР	Ходьба на біговій доріжці	Амплітуда як % від максимуму при бажаній швидкості ходьби	• Знижена активність ТР у взутті та взутті + FO порівняно з босоніжу ранньому положенні (1-12%) і пізньому положенні	100, 54

		зовнішня опора для ніг 5°, босоніж				ні (19- 22%), основни й ефект стану (р ≤ 0,01), але немає суттєвої різниці між черевик ом і черевик ом + FO.	
Міллс та ін. (2012) 28	40 пацієнтів з болем у колінах. 27 рухливий (ногий): 28,67 ± 6,13 років, 1,696 ± 0,149 м, 71,03 ± 11,97 кг. 13 менш рухливі: 31,15 ± 4,41	Збірні поліетиленові поліетиленові поліетиленові полімерні (EVA) різної твердості	BF, Glut Med, MG, RF, SOL, TA, VM, VL	Біг на біговій доріжці (інтерва ли 3 хв)	Піки та часові значе ння (повід омляє ться лише зсув?)	• Ортези, незалеж но від зручност і, не мали негайног о впливу на ЕМГ або кінемати ку нижніх кінцівок порівнян о з базовим и	71, 69

	року, 1,71 ± 0,0841 м, 71,15 ± 11,22 кг					умовами взуття • Помірна різниця в піковій ампліту ді VL (р = 0,007) між найбіль ш і наймен ш комфорт ним ортезом, найбіль ше збільше ння пікової ампліту ди в наймен ш зручном у	
Мерлі та ін. (2010) 9	30 дорослих з плоскост опістю, 21,8 ± 4,3	Модифікован ий збірний ФО: довжина ¾, медіальний каблук під п'ятою, опора	MG, PL, TA, TP	Ходьба (доріжка 9 м)	Час піку амплі туди; (RMS); пік	• У фазі контакту ампліту да TP зменшил ася за	57, 85

	року, 1,71 ± 0,1 м, 73,3 ± 15,5 кг.	дуги, виготовлена за допомогою термоформування відповідно до індивідуальних потреб. Індивідуальний FO: ¾ довжини, розміщено під кутом 20°, каблук підтримується клином EVA, модифікація гіпсу для контур оболонки до арки			амплітуди	допомогою готового ортеза (пікова амплітуди да -19%, p = 0,007; RMS амплітуди да -22%, p = 0,002) і спеціального ортеза (пікова амплітуди да -12%, p = 0,001, RMS амплітуди да - 13% , p = 0,001), порівняно лише з взуттям • Під час середньої/пропульсивної	
--	--	---	--	--	-----------	--	--

						<p>фази ампліту да PL ЕМГ збільши лася зі збірним ортезом порівнян о з лише взуттям (пікова ампліту да +21%, p = 0,024; RMS ампліту да +24%, p = 0,019) та індивіду альний ортез (пікова ампліту да +16%, p = 0,028)</p>	
Мерлі і Берд (2006) ²¹	Тип стопи з пронацією: 10 Ж,	3 пари жорстких індивідуальних ортезів для	MG, PL, SOL, TA	Ходьба (пішохід на доріжка)	Макс ималь на амплі	• Збільше ння максима	57, 62

	5 М, 23 ± 5 років, 1,702 ± 0,09 м і 69,9 ± 14,4 кг	стоп (вивішені під кутом 0°, 15° та 30° перевернутим и)			туда як % MVC, почат ок	льної ампліту ди ТА при викорис танні лише взуття (+30%), 0° (+33%), 15° (+38%) і 30° (+30%) в умовах перевер нутого ортеза порівнян о з босоніж (p < 0,01) • PL максима льна ампліту да збільши лася за умови перевер нутого	
--	---	--	--	--	-------------------------------------	--	--

						ортеза на 15° порівняно з босоніж (+21%, p = 0,04), тенденція до збільшення порівняно лише з взуттям	
Telfer та ін. (2013) 18	12 пронаційних і 12 контрольних груп відповідної статі 29,9 ± 8,7 років, 1,71 м ± 0,08, 71,6 ± 10,7 кг	9 варіантів: рівень зовнішньої опори стопи змінено з 6° латерально до 10° медіально з кроком 2°.	BF, LG, MG, PL, SOL, TA, VL, VM	Ходьба (крита доріжка, довжина ?)	Вершини і засоби	<ul style="list-style-type: none"> Немає основних ефектів через розміщення Групові ефекти налаштованих FOs зменшують активність м'язів вище колінног 	100, 85

						<p>о суглоба в пронона них типах стопи порівнян о з нормаль ними типами стоп (BF середнє значенн я $p = 0,022$; VL пік $p < 0,001$; VM пік $p = 0,009$; VM середнє значенн я $p = 0,001$) • Пік ефекту взаємоді і MG ($p = 0,034$) і пік SOL $p =$</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

						0,015)	
--	--	--	--	--	--	--------	--

Додаток 2



Рис. Класифікація та тенденції розвитку гомілкового ортезу