ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

З МАТЕРІАЛАМИ X МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

7 ЛИСТОПАДА 2025 РІК

М. ДНІПРО, УКРАЇНА

«ЗДОБУТКИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ТА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ НАУК XXI СТОЛІТТЯ»

УДК 082:001
З-46

Організація, від імені якої випущено видання:
ГО «Міжнародний центр наукових досліджень»
Номер запису організації в Єдиному реєстрі громадських об'єднань: 1499141.

Голова оргкомітету: Сотник С.Г.

Верстка: Білоус Т.В.
Дизайн: Бондаренко І.В.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту науково-технічної інтеграції та співпраці. Протокол № 44 від 06.11.2025 року.

*Конференцію зареєстровано Державною науковою установою у сфері управління Міністерства освіти і науки «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» в базі даних науково-технічних заходів України на поточний рік та бюлетені «План проведення наукових, науково-технічних заходів в Україні» (**Посвідчення № 492 від 10.06.2025**).*

*Збірник наукових праць з матеріалами конференції видано офіційно суб'єктом видавничої справи зі **Свідоцтвом ДК № 7860 від 22.06.2023**.*

Матеріали конференції знаходяться у відкритому доступі на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

З-46 **Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття**: збірник наукових праць з матеріалами X Міжнародної наукової конференції, м. Дніпро, 7 листопада, 2025 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. — Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп, 2025. — 586 с.

ISBN 978-617-8312-91-6
DOI 10.62731/mcnd-07.11.2025

Викладено матеріали учасників X Міжнародної наукової конференції «Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття», яка відбулася 7 листопада 2025 року у місті Дніпро.

УДК 082:001

© Колектив учасників конференції, 2025
© ГО «Міжнародний центр наукових досліджень», 2025
© ТОВ «УКРЛОГОС Груп», 2025

ISBN 978-617-8312-91-6

DOI 10.62731/mcnd-07.11.2025.005

ВИГОТОВЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ОРТЕЗІВ ПОСТРАЖДАЛИМ З ВИБУХОВИМИ ПОШКОДЖЕННЯМИ НИЖНІХ КІНЦІВОК З ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ БЕЗПЕКИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Григорук Вікторія Володимирівна
ORCID ID: 0000-0002-8937-7802
канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії, травматології та протезування
Харківський національний медичний університет, Україна

Рисована Любов Михайлівна
ORCID ID: 0000-0001-7937-4176
канд. техн. наук,
доцент кафедри медичної та біологічної фізики і медичної інформатики
Харківський національний медичний університет, Україна

Литвиненко Микола Ігорович
ORCID ID: 0000-0003-1308-5034
канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри гігієни та екології
Харківський національний медичний університет, Україна

Невмержицька Світлана Сергіївна
здобувач вищої освіти IVмедичного факультету
Харківський національний медичний університет, Україна

Вибухові травми призводять до значного функціонального дефіциту, втрати мобільності, високого ризику ампутації або інвалідності. Виготовлення індивідуальних ортезів хворим зі збереженими сегментами нижніх кінцівок стає критичною ланкою реабілітаційного процесу. Вони забезпечують стабілізацію, захист, компенсацію втраченої функції і створюють основу для відновлення можливості ходити, самообслуговування та покращують якість життя. Дотримання гігієнічних норм у виробничих приміщеннях, а також підтримка чистоти обладнання і матеріалів є ключовими факторами безпеки при виготовленні ортезів.

Актуальність. Ураження нижніх кінцівок внаслідок вибухових пошкоджень є однією з найскладніших проблем в ортопедичній реабілітації. Складні травми, які часто супроводжуються дефектами м'яких тканин, кістковими уламками, нестабільністю суглобів та змінами форми кінцівки, потребують високого рівня адаптації ортезів. Ортези для нижніх кінцівок повинні бути індивідуально налаштовані, щоб враховувати анатомічні та функціональні характеристики пацієнта [1, 2].

Дослідження Bolus NB et all (2018) підкреслює, що індивідуалізація за допомогою 3D-сканування та адитивного виробництва покращує комфорт і функцію [3].

З огляду на це, створення ефективного, безпечного процесу виготовлення індивідуальних ортезів для цієї категорії пацієнтів є актуальною проблемою як з клінічної, так і з виробничої точки зору [4].

Метою виготовлення індивідуальних ортезів для осіб, постраждалих від вибухових травм нижніх кінцівок, є забезпечення необхідної стабілізації та захисту збережених сегментів кінцівок, що сприяє компенсації функціональних дефіцитів, відновленню мобільності, самообслуговуванню та покращенню якості життя пацієнтів, при цьому дотримуючись високих стандартів гігієни та безпеки у виробничих процесах.

Матеріал і методика досліджень. **Методика виготовлення ортезів.**

Під наглядом були 10 чоловіків, віком від 22 до 51 років.

Виготовлення ортезів для нижніх кінцівок складаються з певних етапів, а саме: попереднього обстеження та замірів, вибору матеріалів, технології виготовлення, примірки та налаштування та функціональної оцінки.

Перед виготовленням ортезу проводиться детальне клінічне, анатомічне й функціональне обстеження: оцінка дефектів кісток, м'яких тканин, стану шкіри, контурів кінцівки, наявності ран чи трансплантатів, наявності нестабільності суглобів або дефектів. Ортезист у співпраці з лікарем ортопедом-травматологом формує індивідуальний план конструкції і замірів.

Матеріали повинні відповідати вимогам до міцності, довговічності, комфорту та гігієни.

Сучасною тенденцією у виготовленні ортезів є використання карбону, нейлону, поліпропілену та термопластиків. У процесі

виготовлення ортезів за допомогою CAD ("Computer-Aided Design", що в українському перекладі означає "автоматизоване проектування за допомогою комп'ютера") реалізується кілька ключових етапів. Спочатку проводиться зняття відбитку або 3D-сканування кінцівки пацієнта, що дозволяє отримати точну інформацію про її анатомічні особливості. Потім на основі отриманих даних створюється шаблон, який використовується для подальшої роботи. Наступними кроками є термоформування, ламінування або 3D-друк, що забезпечує виготовлення ортезів з необхідними характеристиками. Після цього відбувається обробка та монтаж кріплень, що дозволяє точно адаптувати ортез до потреб пацієнта. Завершальний етап включає примірку та остаточне налаштування. Перевірка посадки, комфорт пацієнта, контакт зі шкірою, тиски, можливість пересування (тести ходи, аналізу тиску під стопою, оцінка комфорту при носінні, корекція положення стопи, стабілізація гомілки/ступні), що гарантує комфорт і ефективність використання ортезу. За даними багатьох авторів дизайн ортеза впливає на кінематику та кінетику нижньої кінцівки [4 – 7].

У випадках після вибухових травм особливу увагу слід приділяти стану тканин культі з урахуванням чутливості шкіри, залишкових ранових зон, нерівностей контуру. Під час проектування ортезу слід враховувати принцип, що існуючі рухи не повинні обмежуватися більше, ніж необхідно, і що пацієнт почувається безпечно. Положення осей ортопедичних суглобів має бути вибрано таким чином, щоб вони якомога краще відповідали осям тіла. У кожному суглобі, який не збігається з природним суглобом, виникатимуть нові «напруження зсуву», які суперечать природному руху і тому обмежують його. [8]

Таким чином, інтеграція CAD-технологій у виробництво ортезів сприяє підвищенню точності, якості та індивідуалізації виробів, що є критично важливим для успішної реабілітації пацієнтів. 3D-друк дозволяє створювати індивідуалізовані ортези з меншою вагою, високою точністю, що полегшує пересування хворих, покращує якість життя.

Виробництво індивідуальних ортезів нижніх кінцівок для постраждалих внаслідок вибухових пошкоджень має відповідати низці нормативів: наприклад, стандарт ISO 13485 «Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes». Також важливим є стандарт ISO/CD 13404-1 «Prosthetics and orthotics – External orthoses and orthotic components – Part 1: Uses, functions, classification and

description of lower limb orthoses». Документ ICRC «Manufacturing Guidelines – Ankle–Foot Orthosis (AFO)» надає чіткі вказівки до виробничого процесу [4].

Безпека при виготовленні індивідуальних ортезів для осіб із вибуховими травмами нижніх кінцівок є критично важливою, оскільки вона впливає на здоров'я і реабілітацію пацієнтів. Для цього необхідно дотримуватись високих стандартів безпеки та гігієни в приміщеннях, де виготовляються ортези. Це включає регулярне прибирання та дезінфекцію робочих поверхонь і обладнання, а також контроль за чистотою в виробничих зонах.

Виготовлення ортезів може бути небезпечним для працівників через ризики, такі як фізичне перевантаження, пил, хімічні випаровування, шум і небезпечні речовини. Тому важливо, щоб робочі місця були добре провітрювані, щоб зменшити ризик захворювань дихальних шляхів та алергій.

Працівники повинні мати доступ до засобів індивідуального захисту, таких як маски, рукавички та захисні окуляри. Регулярні інструктажі з безпеки та медичні огляди також є важливими для виявлення потенційних проблем зі здоров'ям.

Для забезпечення безпеки на підприємстві необхідно вести журнали небезпечних подій, щоб аналізувати причини інцидентів і запобігати їм у майбутньому. Комплексний підхід до безпеки не лише захищає працівників, а й покращує якість продукції, що важливо для успішної реабілітації пацієнтів.

Обладнання для виготовлення ортезів має бути сучасним і сертифікованим, з регулярними перевірками та обслуговуванням, щоб уникнути поломок. Персонал, що працює з цим обладнанням, повинен мати належну підготовку.

Матеріали, що використовуються для виготовлення ортезів, повинні бути біосумісними і не викликати алергії у пацієнтів. Важливо перевіряти постачальників на відповідність стандартам безпеки, оскільки якість матеріалів впливає на комфорт і ефективність ортезів.

Навчання персоналу основам безпеки та гігієни також є необхідним для забезпечення високого рівня обслуговування. Працівники повинні дотримуватись правил особистої гігієни та використовувати захисні засоби.

Документування виробничих процесів, використаних матеріалів та обслуговування обладнання є обов’язковим. Це допомагає контролювати

якість виготовлення ортезів і забезпечувати відповідність стандартам, що, в свою чергу, підвищує довіру пацієнтів до медичних установ.

Перед передачею ортеза пацієнту необхідно перевірити відсутність гострих країв, нерівностей контакту зі шкірою, правильність фіксації і адаптацію до анатомічних умов кінцівки, відповідність матеріалів сертифікатам біосумісності, функціональність конструкції в умовах ходьби/навантаження [4].

Загалом, дотримання всіх цих норм і рекомендацій не лише підвищує безпеку виробництва, але й покращує результати реабілітації пацієнтів, забезпечуючи їм якісні та безпечні ортези.

Таким чином пацієнти з вибуховими травмами нижніх кінцівок мають специфічні вимоги: дефекти м’яких тканин, зміни контуру кінцівки, нестабільність суглобів, залишкові осколкові пошкодження і ризик ампутації. Ортез для них повинен бути індивідуальним, легким і мати можливість корекції. Матеріал потрібно вибирати з урахуванням деформацій, тканинних дефектів і ризику тиску. Конструкція має дозволяти корекцію положення гомілки чи стопи та враховувати змінну анатомію, наприклад, після пересадки тканин. Примірка та адаптація ортеза після виготовлення критичні, оскільки неправильне прилягання може призвести до ускладнень, що підкреслює важливість контролю якості та безпеки виробництва.

Рекомндації для виготовлення індивідуальних ортезів нижніх кінцівок:

- підбір матеріалів для виготовлення ортезів має виконуватися з урахуванням гігієнічних вимог, механічних характеристик, а також їх сумісності зі шкірою та анатомічними особливостями кінцівки. Важливо вибирати матеріали, які не викликають алергічних реакцій, легко очищаються і підтримують комфорт під час носіння.

- рекомендується використовувати сучасні технології, такі як 3D-сканування, CAD/CAM (комп'ютерне проектування та виробництво) та адитивне виробництво. Ці технології дозволяють створити точні моделі ортезів, що забезпечують ідеальну посадку і підтримку.

- процес примірки та адаптації ортезів повинен бути ретельно продуманим, щоб уникнути зон підвищеного тиску та потертостей. Це допоможе забезпечити комфорт під час ходьби та запобігти травмам, пов’язаним з неправильним носінням ортезу.

- виробниче обладнання повинно бути оснащене належною вентиляцією, засобами захисту, а також стандартизованими

процедурами та документацією. Це допоможе гарантувати безпеку працівників і якість продукції.

- пацієнтам необхідно надати детальний інструктаж щодо правильного носіння ортезу, догляду за ним, контролю стану шкіри, а також термінів заміни чи корекції пристрою. Це допоможе пацієнтам краще розуміти, як використовувати ортез для досягнення максимального комфорту та ефективності.

- рекомендується проводити моніторинг результатів використання ортезів, оцінюючи показники функції ходи, комфорт та задоволеність пацієнтів. Це допоможе виявити можливі проблеми та вдосконалити процес виготовлення ортезів.

- при виникнення ускладнень важливо оперативно реагувати, співпрацюючи з ортезистом, реабілітологом і терапевтом для корекції конструкції або перепрофілювання ортезу. Це дозволить забезпечити належну підтримку пацієнту та вирішити проблеми, що виникають під час використання.

- Необхідно проводити дослідження задоволеності пацієнтів ортезом нижніх кінцівок, аналізуючи їх основну сферу клінічного застосування та характеристики, пов'язані з ортезом. Використання анкет для оцінки психометричних властивостей допоможе отримати цінну інформацію для подальшого вдосконалення ортезів і підвищення їх ефективності.

Висновки

Виготовлення індивідуальних ортезів для пацієнтів, які постраждали від вибухових травм нижніх кінцівок, є складним, але надзвичайно важливим завданням, що включає клінічні, технологічні, виробничі та організаційні аспекти. Завдяки впровадженню сучасних матеріалів і технологій, таких як 3D-друк і карбонові компоненти, можливо адаптувати ортези до складної анатомії ушкоджених кінцівок.

Ключовим елементом успіху є забезпечення безпеки виробництва: від вибору матеріалів до дотримання норм охорони праці на виробничих майданчиках. Оптимально організований процес виготовлення гарантує, що пацієнти отримають індивідуальні ортези, які сприятимуть відновленню мобільності та покращенню якості їхнього життя.

Список використаних джерел:

1. Alqahtani, Mohammed & Al-Tamimi, Abdulsalam & Almeida, Henrique & Cooper, Glen & Bartolo, Paulo. A review on the use of additive manufacturing to produce lower limb orthoses. Progress in Additive Manufacturing. 2020; 5:85-94. DOI: 10.1007/s40964-019-00104-7.

2. Rogati G, Caravaggi P, Leardini A. Design principles, manufacturing and evaluation techniques of custom dynamic ankle-foot orthoses: a review study. J Foot Ankle Res. 2022 May 19;15(1):38. DOI: 10.1186/s13047-022-00547-2. PMID: 35585544; PMCID: PMC9118871.
3. Bolus NB, Ganti VG, Inan OT. A 3D-Printed, Adjustable-Stiffness Knee Brace with Embedded Magnetic Angle Sensor. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2018 Jul; 2018:1624-1627. DOI: 10.1109/EMBC.2018.8512600. PMID: 30440704.
4. Oldfrey BM, Morgado Ramirez DZ, Miodownik M, Wassall M, Ramstrand N, Wong MS, Danemayer J, Dickinson A, Kenney L, Nester C, Lemaire E, Gholizadeth H, Diment LE, Donovan-Hall MK, Holloway C. A scoping review of digital fabrication techniques applied to prosthetics and orthotics: Part 1 of 2-Prosthetics. Prosthet Orthot Int. 2024 Oct 1;48(5):574-589. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000351. Epub 2024 Apr 16. PMID: 38625697.
5. Fatone S, Jerousek S, Slater BCS, Deutsch A, LaVela SL, Peterson M, Soltys T, McPherson V, Heinemann AW. Identfying instruments to assess care quality for individuals with custom ankle foot orthoses: a scoping review. Arch Phys Med Rehabil 2021; 102:702-734. https://DOI.org/10.1016/j.apmr.2020.06.029
6. Wojciechowski E, Chang AY, Balassone D, Ford J, Cheng TL, Little D, Menezes MP, Hogan S, Burns J. Feasibility of designing, manufacturing and delivering 3D printed ankle-foot orthoses: a systematic review. J Foot Ankle Res. 2019 Feb 7; 12:11. DOI: 10.1186/s13047-019-0321-6. PMID: 30774718; PMCID: PMC6367826.
7. Pollen TN, Jor A, Munim F, He Y, Daryabor A, Gao F, Lam WK, Kobayashi T. Effects of 3D-printed ankle-foot orthoses on gait: a systematic review. Assist Technol. 2025;37(4):287-303. DOI: 10.1080/10400435.2024.2411563. Epub 2024 Oct 17. PMID: 39417773.
8. Gasq D, Dumas R, Caussé B, Scandella M, Cintas P, Acket B, Arné-Bes MC. Comparison between a novel helical and a posterior ankle-foot orthosis on gait in people with unilateral foot drop: a randomised crossover trial. J Neuroeng Rehabil. 2023 May 11;20(1):63. DOI: 10.1186/s12984-023-01184-x. PMID: 37170277; PMCID: PMC10176820.“Orthotics”. Wikipedia. 2025. en.wikipedia.org