

**Стоянов Олександр Миколайович,**

доктор медичних наук,  
професор кафедри неврології та нейрохірургії,  
ДВНЗ «Одеський національний медичний університет»  
[anstoyanov@ukr.net](mailto:anstoyanov@ukr.net)  
<https://orcid.org/0000-0002-3375-0452>  
м. Одеса, Україна

**Калашніков Валерій Йосипович,**

кандидат медичних наук,  
доцент кафедри ультразвукової та функціональної діагностики  
науково-навчального інституту післядипломної освіти,  
ДВНЗ «Харківський національний медичний університет»  
[dr.valkalash@gmail.com](mailto:dr.valkalash@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-7012-1698>  
м. Харків, Україна

**Стоянов Андрій Олександрович,**

лікар-інтерн,  
ДВНЗ «Одеський національний медичний університет»  
[andrei1stoyanov@gmail.com](mailto:andrei1stoyanov@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-9673-9234>  
м. Одеса, Україна

**Тещук Віктор Йосипович,**

кандидат медичних наук, доцент, полковник медичної служби,  
начальник ангіоневрологічного відділення клініки нейрохірургії і неврології,  
Військово-медичний клінічний центр Південного регіону України  
[14viktor15@gmail.com](mailto:14viktor15@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-5646-9471>  
м. Одеса, Україна

**Турчин Микола Іванович,**

доктор медичних наук,  
професор кафедри професійної патології і функціональної діагностики та фтизіопульмонології,  
ДВНЗ «Одеський національний медичний університет»  
[mykola.turchyn@onmedu.edu.ua](mailto:mykola.turchyn@onmedu.edu.ua)  
<https://orcid.org/0000-0001-6421-6407>  
м. Одеса, Україна

**Середа Дмитро Ігорович,**

лікар ортопед-травматолог,  
КНП «Міська клінічна лікарня №11»  
[dsereida@gmail.com](mailto:dsereida@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-3746-5157>  
м. Одеса, Україна

## Удосконалення можливостей пересування при ураженні периферичної нервової системи та травмах нижніх кінцівок

В умовах повномасштабної війни в Україні зросла кількість уражень кінцівок, у тому числі вогнепальних, переломів, травм, які обов'язково і насамперед ушкоджують периферичну нервову систему, запускаючи ряд механізмів порушення нервово-м'язового передавання нервового імпульсу, трофічних розладів. При цьому є велика кількість ортопедичної та неврологічної патології, які також ускладнюють або унеможливають самостійне пересування людини. Ці обставини змушують шукати ефективніші можливості відновлення рухових функцій, пересування, самообслуговування та інше. Особливу увагу необхідно приділити конструкціям, пристроям, що дають можливість пересування або для полегшення ходьби. Таку функцію в першу чергу виконують милиці, які покращують якість життя людей з ураженням нижніх кінцівок та істотно не змінилися протягом їх 5000 років використання.

Авторами описано основні види пристроїв для пересування. Дана їх класифікація, переваги та недоліки. Наведені сучасні конструкції милиць та представлена розроблена конструкція, яка запатентована в Україні (Патент України на корисну модель № 150986. Стаханов М.В., Стоянов А.О., Турчин М.І., Середа Д.І., Гайдаржи І.Т., Стоянов О.М., Гайдаржи О. І. Пристрій для милиць як опора при пересуванні. Бюл. № 20 від 18.05.2022).

Згідно з винаходом, з'єднує стійки та нижче розташований обмежувач, виготовлений з еластичного матеріалу, до якого кріпиться шпилька з гвинтом для корекції положення коліна; у місці звуження стійок перед з'єднанням із центральною стійкою з отворами закріплена підставка під коліно з еластичного матеріалу та додатковою шпилькою з гвинтом і можливістю регулювати по висоті в залежності від росту пацієнта.

Таким чином для виготовлення запропонованого пристрою немає необхідності в складному обладнанні, при цьому використовується стандартна милиця з легко оброблюваного металу з усіма наявними складовими і отворами. Крім цього вільне положення ноги в області колінного суглоба дозволяє використовувати пристрій при наявності гіпсових пов'язок, додаткових ортопедичних конструкцій тощо.

**Ключові слова:** вогнепальні ураження периферичної нервової системи, травми, переломи нижніх кінцівок, милиці, пристрої для пересування.

**Stoyanov Oleksandr Mykolaiovych**, MD, PhD, D.Sci., Professor at the Department of Neurology and Neurosurgery, Odesa National Medical University, anstoyanov@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3375-0452>, Odesa, Ukraine

**Kalashnikov Valeriy Yosypovych**, MD, PhD, Associate Professor at the Department of Ultrasound and Functional Diagnostics of the Scientific and Educational Institute of Postgraduate Education, Kharkiv National Medical University, dr.valkalash@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7012-1698>, Kharkiv, Ukraine

**Stoyanov Andriy Oleksandrovich**, Physician, Odesa National Medical University, andreilstoyanov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9673-9234>, Odessa, Ukraine

**Teshchuk Viktor Yosypovych**, MD, PhD, Associate Professor, Colonel of the Medical Service, Head of the Angioneurological Department of the Neurosurgery and Neurology, Clinic of the Military Medical Clinical Center of the Southern Region of Ukraine, 14viktor15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5646-9471>, Odesa, Ukraine

**Turchyn Mykola Ivanovich**, MD, PhD, D.Sci., Professor of the Department of Occupational Pathology and Functional Diagnostics and Phthisiopulmonology, Odesa National Medical University, mykola.turchyn@onmedu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-6421-6407>, Odessa, Ukraine

**Sereda Dmytro Ihorovych**, Orthopedist-traumatologist, KNP "City Clinical Hospital №11", dsereda@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3746-5157>, Odessa, Ukraine

## Improvement of the possibilities of movement in the fire injury of the peripheral nervous system of the lower extremities

In the conditions of a full-scale war in Ukraine, the number of gunshot injuries to the limbs, fractures, and injuries has increased, which necessarily and primarily damage the peripheral nervous system, triggering a number of mechanisms of disruption of the neuromuscular transmission of nerve impulses, trophic disorders. At the same time, there is a large number of orthopedic and neurological pathologies that also complicate or make it impossible for a person to move independently. These circumstances force us to look for more effective ways of restoring motor functions, movement, self-care, etc. Particular attention should be paid to structures, devices that provide opportunities for movement or to facilitate walking. This function is primarily performed by crutches, which improve the quality of life of people with lower limb injuries and have not changed significantly during their 5,000 years of use.

The authors describe the main types of mobility devices. Their classification, advantages and disadvantages are given. Modern designs of crutches are presented and the developed design is presented, which is patented in Ukraine (Patent Ukraine na korysnu model №150986. Stakhanov M.V., Stoyanov A.O., Turchyn M.I., Sereda D.I., Haidarzhy I.T., Stoianov O.M., Haidarzhy O.I. Prystrii dlia mylytsi yak opora pry peresuvanni. Biul. No. 20, dated 05.18.2022).

According to the invention, the racks are connected and a limiter is located below, made of elastic material, to which a pin with a screw is attached to correct the position of the knee; at the point of narrowing of the posts before the connection with the central post with holes, a knee support made of elastic material and an additional pin with a screw and the ability to adjust the height depending on the height of the patient are fixed.

Thus, for the manufacture of the proposed device, there is no need for complex equipment, while a standard crutch made of easily processed metal with all available components and holes is used. In addition, the free position of the leg in the area of the knee joint allows you to use the device in the presence of plaster bandages, additional orthopedic structures, etc.

**Key words:** gunshot injuries of the peripheral nervous system, injuries, fractures of the lower extremities, crutches, mobility devices.

**Вступ.** Милиці відомі з дуже давніх часів, вони здавна допомагають постраждалим людям, що мають проблеми з пересуванням і стоянням без опори.

В даний час значно зросла кількість бойової травми, переломів, поранень кінцівок, у тому числі вогнепальних, з тяжкими ушкодженнями периферичної нервової системи, м'язів, тканин, м'язів. Ці обставини змушують шукати ефективніші можливості відновлення рухових функцій, пересування, самообслуговування та інше. Особливу увагу необхідно приділити конструкціям, пристроям, що дають можливості пересування або для полегшення ходьби. Таку функцію в першу

чергу виконують милиці, які покращують якість життя людей з ураженням нижніх кінцівок та істотно не змінилися протягом їх 5000 років використання. Тут багато причини – фізіологічні та психологічні – чому це добре стояти й ходити, а не сидіти [1, 2].

**Мета.** Розробка пристрою до милиці для полегшення ходьби та відпочинку без постійної опори на уражений дистальний відділ ноги при пересуванні, а також зручності при складанні конструкції та демонтажі.

**Результати та обговорення.** В процесі виконання роботи було отримано та проаналізовано інформація про державну реєстрацію заявок, винаходів, корис-

них моделей: «Бюлетені НОІВ», які містять відомості, опубліковані з 14.10.2020 р., та «Бюлетені державної системи правової охорони інтелектуальної власності», які містять відомості, опубліковані до 14.10.2020 р. (<https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-ip>); Проведений патентний пошук, який здійснювався за допомогою пошукових систем та баз: ДП «Український інститут промислової власності». Патентно-інформаційне забезпечення ([www.ukrpatent.org](http://www.ukrpatent.org)); Цифрова патентна бібліотека (<http://library.uipv.org/>; ) та база даних «Патенти на винаходи зарубіжних країн» (<http://library.ukrpatent.org/fund?fund=4>).

В процесі дослідження було з'ясовано, що традиційні конструкції милиць нерідко викликають дискомфорт і ускладнення, такі як параліч м'язів внаслідок передбачуваного навантаження на пахвову западину (пошкодження плечового сплетення). Крім того, користувач повинен витратити значну кількість додаткової енергії для пересування порівняно зі звичайною ходьбою.

Такого роду допоміжні засоби необхідні для більш швидкої і якісної реабілітації пацієнтів з ураженням опорно-рухового апарату, нервово-м'язових розладів, при порушенні координації, вестибулярних функцій з метою повернути людину до звичного способу життя. Вони також допомагають літнім і фізично ослабленим людям бути незалежними від сторонньої допомоги, самостійно пересуватися по будинку і на вулиці, що самим позитивним чином позначається на підтримці їх психологічного і фізичного здоров'я. Адже, в момент руху, відновлюється адаптація до вертикалізації, складна робота нервової системи та антигравітаційних м'язів [3], поліпшується кровообіг, запускається і поліпшується робота всіх органів і систем організму [4], а це, в кінцевому підсумку, сприяє швидкому його відновленню [5]. Особливо при вогнепальних та кульових пораненнях ніг, коли окрім медикаментозної, фізіотерапії необхідно швидке відновлення неврологічного дефіциту, рухів за рахунок лікувальної фізкультури, а також механотерапії з обов'язковим руховим навантаженням на кінцівки, в тому числі для стимуляції біологічного зворотного зв'язку [6]. Милиці, окрім виконання своїх специфічних функцій, сприяють вищепереліченим процесам неврологічної та ортопедичної реабілітації. Особливу увагу треба приділяти пахвовим милицям, які допомагають пацієнтам спочатку реабілітації. Для їх використання потрібно прикладати менше фізичних зусиль, а тому вони підходять для відновлення після травм, переломів, операцій, неврологічних хворих, ослаблених та літніх людей.

В цілому, милиці та інші пристрої для пересування дозволяють перенести на них вагу тіла людини, тим самим максимально розвантажуючи його нижні кінцівки, так як опора з ніг зміщується до верхньої частини тулуба [7].

За нашими даними всі милиці можна розділяти за типами:

1. Пахвові милиці, вони розрізняють за видами: а) дорослі пахвові милиці, які в свою чергу, поділяються, залежно від росту користувача, на високі і середні; б) дитячі пахвові милиці; в) для людей з нестандартною комплекцією.

Модифікації пахвових виробів використовують у випадках: перенесених травм і операцій, після яких категорично не можна сильно навантажувати ноги, або одну ногу; проблем з тазостегновим суглобом; особливо хворобливих станів нижніх кінцівок; слабкості в руках, так як опора йде за рахунок того, що пристосування впирається в пахвові западини; дуже великої зайвої ваги; ослаблених і атрофованих м'язів ніг. Також, вони рекомендовані дуже літнім і фізично слабким людям, тому що є для них більш суттєвою підтримкою, в порівнянні з тростиною, або палицею. В останні роки розробляються так звані підпружинені милиці, що дозволяє пересуватися далі та швидше [8, 9].

Переваги пахвових милиць: простіше зберігати рівновагу, легше здійснювати пересування, можливість короткострокового відпочинку за рахунок підвісання на пахвах. Недоліки: пахвових милиць: при неякісному підборі висоти та рукояток можливо травмування (стиснення) підпахвових судинно-нервових структур з формування так званого млицевого парезу [10].

2. Милиці підкокітні (для передпліччя або ліктьові, & канадки) – з опорою під лікоть складаються з: стійки, виготовленої з алюмінію, або інших полегшених, але міцних сплавів; рукоятки; затискачу (манжети), виконаного найчастіше з пластика; гумового наконечника знизу стійки [11].

Переваги ліктьових милиць: більш естетичні, компактні, при наявності здорового та сильного плечового поясу – цілком замінюють пахвові, можуть бути додатковою опорою. Недоліки ліктьових милиць: складніше утримувати рівновагу, особливо при ураженні вестибулярного апарату; не можливо застосування при м'язовій слабкості, або при нервово-м'язових захворюваннях, особливо верхньої частини тулуба та рук, у людей похилого віку, при неможливості наступати на обидві ноги, при перенесеній ампутації кінцівок, утруднення застосування у осіб з великою вагою [11, 12].

3. Платформа – виділяють в деяких класифікаціях, менш розповсюджені та застосовуються у осіб з слабкістю верхнього плечового поясу, рук. Передпліччя спирається на горизонтальну платформу та фіксується. Рука тримає ручку під кутом [13].

В процесі вивчення патентної та іншої літератури вивчено сучасні модифікації милиць, які згідно з відомою класифікацією не належать не до пахвових, ні до підкокітних. Розробка iWALK (iWALK Free США – Теннессі) інакше – «вільні руки» [14] та модифікація Flex Leg [15]. Такого роду милицю можна використовувати при травмах нижче коліна з фіксацією верхньої частини ноги та утримує нижню частину у зогнутому положенні.

Переваги цих пристроїв: забезпечують більший функціонал та рухливість. Пацієнт не прикутий до милиць і руки постійно залишаються вільними, що надає психотерапевтичний вплив. Мобільність, легкість (композитні матеріали), комфортність та пружність дозволяє поглинати удари під час ходьби, особливо сходами, по пересіченій місцевості, усьому, що викликає труднощі у при застосуванні традиційних милиць. Однак є суттєві недоліки: застосовують не при всіх видах травм, труднощі застосування у осіб з пору-

шенням координаційного апарату, літніх людей, які схильні до падінь, при наявності гіпсової пов'язки на нозі, при довготривалому застосуванні можливо виникнення крамплі, які пов'язані з ішемічними порушеннями в дистальних відділах кінцівки.

Відомі інші милиці з застосуванням нестандартних пристроїв з модифікаціями [16–19], однак також є недоліки при їх застосуванні (складність конструкції, неврологічні хворі, з великою вагою та ін.).

Проведено аналітичне дослідження можливостей застосування приладів для пересування при пошкодженні дистальних відділів ноги, з неврологічним дефіцитом, в тому числі з порушеннями в ЦНС. Ці обставини дозволили нам обмежити сферу інтересів та сконцентруватися на удосконаленні поліпшення пересування пацієнтів з ураженням нервової системи та травмах ноги.

У процесі аналізу патентної літератури було обрано напрями удосконалення милиць. Ряд пристроїв відповідали цим критеріям, проте, враховуючи наявні (див. вище) недоліки в плані незручності переміщення при навантаженнях на дистальні відділи кінцівки [20, 21, 24, 26], навантаження на здорову кінцівку [14, 22, 23, 24, 25] наявність неврологічної симптоматики [14, 20, 21, 25, 26], підбору висоти та фіксованих рукояток через використання одного милиця [21–23, 25], складності конструкції [14, 20, 22, 23, 24, 25, 26].

Нами запропонований пристрій для милиці (або підставка під коліно) при ураженні дистальних відділів нижньої кінцівки (патент України № 150986) [27, 28]. Пристрій кріпиться на стандартну пахвову милицю, що не потребує з боку пацієнта а прикладання великих зусиль при приведенні його до робочого положення, за рахунок вільного положення ноги в області колінного суглоба, це дозволяє використовувати його при наявності в дистальних відділах ураженої кінцівки гіпсових пов'язок, додаткових ортопедичних конструкцій тощо.

Аналогом були милиці [11], які містять ремінні кріплення та фіксатор для нижньої кінцівки. Однак, маються недоліки: конструктивна складність, індивідуальне виготовлення, виключно в умовах промислового виробництва при наявності спеціальних верстатів, неможливість забезпечення стійкості стояння і пересування пацієнтів, використання як опори тільки кисті, що не забезпечує повноцінної стійкості тіла пацієнта через можливі слабкості та втоми верхньої кінцівки, особливо при наявності нервово-м'язової патології, соматичних захворювань, наявність ременів і фіксатора призводить до здавлювання судинно-нервових пучків із подальшою гіпоксією відповідних ділянок тіла. Пристрій складний для виготовлення та необхідна наявність спеціального обладнання для цього, недостатня стійкість, неможливість використання милиці у випадках ураження ЦНС, координаторних, статолокомоторних розладів, у пацієнтів із підвищеною вагою, старших вікових груп. Крім цього, при зупинці стійкий стан буде забезпечено не повною мірою через відсутність пахвової опори з протилежного боку тіла пацієнта.

Переваги над відомими пристроями – простота виготовлення, складання і демонтажу, що не потребує з боку пацієнта прикладання великих зусиль при при-

веденні його до робочого положення, за рахунок вільного положення ноги в області колінного суглоба, що дозволяє використовувати його при наявності гіпсових пов'язок, додаткових ортопедичних конструкцій, які розташовані на дистальних відділах ноги [11].

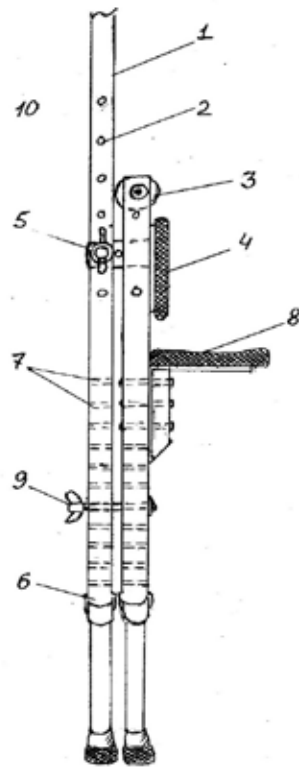
Для виготовлення запропонованого пристрою немає необхідності в складному обладнанні (в умовах промислового виробництва з наявністю спеціалізованих верстатів). Використовується стандартна милиця з метала який легко обробляється (алюміній), яка вже має усі необхідні для складання конструкції елементи (стійки які конгруентні зі стійками стандартної милиці та отворами, які теж мають східні характеристики та розташування) для швидкого кріплення між милицею та запропонованим пристроєм, а також для легкого демонтажу.

Можливо застосування пристрою при мононевральному, поліневритичному типах захворювань периферичної нервової системи, хронічній венозній недостатності, переміжної кульгавості), де рухи в колінному суглобі збереженні, що дозволяє використовувати такого роду пристрій для пересування. Травми нижче верхньої третини гомілки, пошкоджені «гомілка-стопа», уражень кісток стопи, запальні та інші процеси в цих відділах кінцівки.

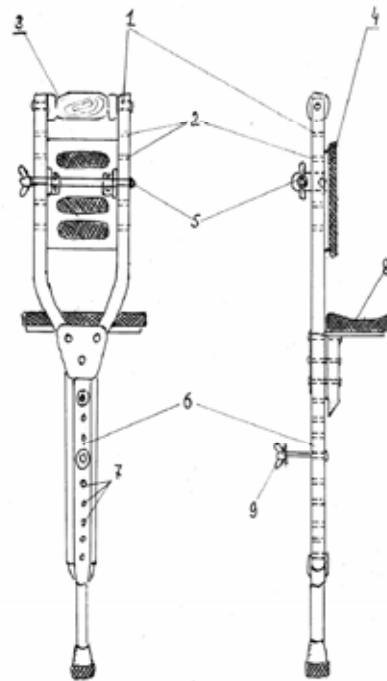
Універсальність пристрою дозволяє використовувати його як з лівого так і з правого боків. Застосування пристрою з стандартними пахвовими милицями дозволяє в повній мірі використовувати рівномірний розподіл навантаження з можливістю опори на верхні кінцівки і плечовий пояс, що значно зменшує навантаження на нижні кінцівки, особливо на пошкоджену ногу, що запобігає розвитку здавлення, мацерації в місці зіткнення області коліна з опорою модуля, а також компресійно-ішемічних порушень у більш дистальних відділах пошкодженої кінцівки.

Графічно представлений на кресленні – загальний вигляд пристрою у двох проекціях: 1 – дві бокові стійки; 2 – отвори; 3 – рукоятка для опори кисті; 4 – обмежувач для корекції положення коліна; 5 – шпилька з гвинтом; 6 – центральна стійка; 7 – отвори; 8 – закріплена підставка під коліно; 9 – шпилька з гвинтом; 10 – стандартні пахвові милиці. Запропонований пристрій працює наступним чином. Пристрій кріпиться до стандартної пахвової милиці 10 з боку пошкодженої / хворої ноги за допомогою шпильки з гвинтом 5, яка вставляється в відповідні отвори обох бічних стійок милиці 2, а також за допомогою шпильки 9 у відповідні отвори 7 центральної стійки модуля 6 та милиці. Обмежувач 4 та підставку під коліно 8, які покриті еластичним матеріалом та дають можливість регулювати по висоті залежно від росту пацієнта (дивись фіг. 1, 2) [11].

**Висновки.** Розроблений та запатентований пристрій (Патент України № 150986, Бюл., № 20, 2022) для милиці вдосконалює можливості полегшення ходьби та відпочинку за рахунок його приєднання (кріплення) до стандартної милиці з боку ураженої в дистальних відділах кінцівки. Таке конструктивне рішення у відмінності від відомих пристроїв для пересування дозволяє вдосконалити можливості полегшення ходьби та відпочинку без постійної опори на уражену у дистальних



Фиг. 1



Фиг. 2

відділах ногу при самостійному пересуванні. Ці ефекти забезпечуються за рахунок застосування обох пахвових милиць, що забезпечує повноцінне пряmostояння з трьома опорними точками навіть при координаторних розладах, тремору в руках, а також при атактичних проявах уражень центральної нервової системи. Відсутність ремінних і інших еластичних кріплень в області стегна, тулуба, коліна, які використовуються у подібних конструкціях, запобігає передвоюванню і компресії нервів та магістральних судин кінцівки, особливо

при вже наявній їх компрометації, як системного так і локально-дистального характеру.

Запропонований пристрій, який виробляється зі стандартної милиці, що не потребує складного обладнання в заводських умовах та спеціалізованого інструментарію, простий у виготовленні, легко складається і кріпиться до милиці з боку ураження кінцівки. Це не потребує з боку пацієнта прикладання великих зусиль при приведенні його до робочого положення а також демонтажу.

**Інформація про конфлікт інтересів.** Конфлікту інтересів немає.

**Інформація про фінансування.** Автори гарантують, що вони не отримували жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

**Особистий внесок кожного автора у виконання роботи:**

Стоянов О.М. – ідея, мета, аналіз отриманих результатів, підготовка тексту статті;

Калашніков В.Й. – ідея, мета, аналіз отриманих результатів, підготовка тексту статті;

Стоянов А.О. – збір матеріалу дослідження, аналіз отриманих результатів, підготовка тексту статті;

Тещук В.Й. – ідея, мета, збір матеріалу дослідження;

Турчин М.І. – ідея, мета, аналіз отриманих результатів;

Середа Д.І. – ідея, мета, збір матеріалу дослідження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Nagasaki T, Kato H, Arizono H, Chijimatsu H, Chijiwa N, Wada K. Analysis of crutch position in the horizontal plane to evaluate the stability of the axillary pad in the axilla during single crutch walking. *J Phys Ther Sci.* 2014 Nov; 26 (11): 1753-6.
2. Joyce BM, Kirby RL Canes, crutches and walkers. *Am Fam Physician.* 1991 Feb;43(2):535-42. PMID: 1990737.
3. Козьолкін О.А., Дарій В.І., Сікорська М.В., Візір І.В. Фізична терапія в нейрореабілітації – навчально-методичний посібник для викладачів. Запоріжжя, ЗДМУ, 2020. 234 с.
4. Невелика А.В., Козін С.В. Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни «Основи кінезіології»: метод. рек. для студентів НФаУ спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія». Х.: НФаУ, 2021. 27 с.
5. Тещук В.Й., Тещук Н.В., Руських О.О. До питання ускладнень післятравматичних ушкоджень периферійних нервів у військовослужбовців збройних сил України. *Медичний форум. Науковий журнал*, 26(26) 2022; 20–23
6. Тещук В.Й., Тещук Н.В., Руських О.О., Максютов О.О. Ушкодження периферійних нервів у військовослужбовців збройних сил України. *Вісник морської медицини.* 3(96); 2022: 37–42.

7. Ghidelli, M.; Nuzzi, K.; Crenna, F.; Lancini, M. Validation of weight bearing and shoulder load assessments using instrumented crutches. *Sensors* 2023, 23, 6213. <https://doi.org/10.3390/s23136213>
8. Segura A, Piazza SJ. Mechanics of movement on standard and spring-loaded crutches. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007; 88 (9): 1159-1163 doi:10.1016/j.apmr.2007.05.026.
9. Seeley MK, Hunter I, Bateman T, Roggia A, Larson BJ, Draper DO. Kinematic comparison of spring-loaded and traditional crutches. *Journal of Sports Rehabilitation*. 2011;20 (2):198-206 doi:10.1123/jsr.20.2.198.
10. Manocha RHK, MacGillivray MK, Eshraghi M, Sawatzky BJ. Injuries Associated with Crutch Use: A Narrative Review. *PM R*. 2021 Oct;13(10):1176-1192. doi: 10.1002/pmrj.12514. Epub 2020 Dec 8. PMID: 33094912.
11. De la Fuente, S., Neira, A., Torres, G., Silvestre, R., Roby, M., Yañez, R., Herrera, S., Martabit, V., Mackay, I., and Karpes, F.P. (2022) Effect of elbow crutch movement on gluteus medius muscle activation during stair climbing. *Front. Bioeng. Biotechnology*. 10:890004. doi: 10.3389/fbioe.2022.890004
12. Rasouli, F. and Reed, K.B. (2020). Walking assistance with crutches: a contemporary review. *J. Biomechanics* 98, 109489. doi:10.1016/j.jbiomech.2019.109489.
13. Hui Li, Hongliu Yu, Yingwei Chen, Qing Du, Duojin Wang, Qiaoling Meng, Design of a crutch-exoskeleton assisted gait for reducing upper extremity loads. *Mechatronics*, Volume 80, 2021, 102680, <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2021.102680>.
14. iWALK HFC30303 3.0 Hands Free Crutch User Guide [https://manuals.plus/m/a12c2992a4ff8671359f89f03bc274166874560cc7abd68297862fb4ebdc663e\\_optim.pdf](https://manuals.plus/m/a12c2992a4ff8671359f89f03bc274166874560cc7abd68297862fb4ebdc663e_optim.pdf)
15. Ipaki, B., Saadat-Ramz, Z., Molenbroek, J., & Ali Fareg, S. (2023). Morphological analysis of ergonomic design reconfiguration to ensure versatility of a crutch in a use environment. *Ergonomics in Design*, 0 (0). <https://doi.org/10.1177/10648046231197338>
16. United States Patent Application. Publication Msefere Onger. US 2016/0287.464 A1. Mobility Designed, LLC, A61H 3/02 (2006.01) Kansas City, MO (US)
17. European Patent Application EP 0 004 761 A2, Fowler, Ivan Anthony. Billingshurst West Sussex (GB) A61H 3/02, 17.10.1979 Bulletin 1979/21
18. Guardian Aluminum Crutches 300 lb. Capacity, Adult. <https://www.bettymills.com/guardian-aluminum-crutches-with-300-lb-capacity-tall-adult-mdsv80534>
19. United States Patent No: 2009/0058036A1 US 11, 602, 672 B2. KNEE WALKER. John M. Hoepner, (US), Ching-Hsu Lin, (TW) A63 G 5 /02 (2006. 01). Date of Patent : Mar. 05, 2009.
20. Patent No 2012315. МПК A61H 3/02. Crutches. // Babukha V.A. Publ. 05.15.94
21. Patent No 2642283. МПК A61H 3/02. Three-legged bone. // Tsarev D.N. Publ. 01/24/2018
22. United States Patent No: US 11, 602, 672 B2. MOBILITY DEVICE R.I. Emmert (US) A63 B 25 /00 (2019 . 01 Date of Patent: Mar. 14, 2023
23. United States Patent No: US 2009/0058036 A1 KNEE WALKER John M. Hoepner, Orlando, FL; Ching-Hsu Lin, ; A63 B 25 /06; 25/02 Date of Patent: Mar. 05, 2009
24. United States Patent No: US 2009/0114257 A1 HANDLE AND A WALKING AID INCORPORATING THE SAME Stephen George Sutton (GB); A63 B 25 /06; 25/02 Date of Patent: May. 07, 2020
25. United States Patent No: US 2022/0305343 Joe Lin, Missouri City , TX (US); BRIAN LIU, HOUSTON, TX (US) A63 B 25 /06, 25/02 Date of Patent: Sep. 29, 2022
26. United States Patent No: US 6494919B1 CRUTCH DEVICE. Lance Matthews. Current assignee – Canadaleg Inc.; A63 B 25 /06; 25/02 Date of Patent: Dec. 17, 2002
27. Patent na korysnu model № 150986. Stakhanov M.V., Stoyanov A.O., Turchyn M.I., Sereda D.I., Haidarzhy I.T., Stoianov O.M., Haidarzhy O.I. Prystrij dlia mylytsi yak opora pry peresuvanni. Biul. № 20 vid 18.05.2022 (in Ukrainian).
28. Haidarzhy I.T., Haidarzhy O.I., Teshchuk V.Y. Modyfikatsiia mylytsi pry vohnepalnomu urazhenni dystalnykh viddiliv nyzhnoi kintsivky u viiskovoslužhbovtiv. *Ukrainskyi visnyk psykhonevrolohi*. 2022; 30, 3 (112): 14–15 (in Ukrainian).