

УДК 616.83:615.825 (045)

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.3.29>

## **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОСТТРАВМАТИЧНИХ СТАНІВ, ВИНИКЛИХ УНАСЛІДОК ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ, ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ “HUBER 360 EVOLUTION”: АНАЛІЗ КЛІНІЧНОГО ВИПАДКУ**

**Паламарчук Андрій Леонідович,**  
кандидат медичних наук, доцент,  
медичний директор  
Київський інститут реабілітації  
ORCID: 0000-0001-5307-6322

**Паламарчук Дарія Володимирівна,**  
доктор філософії, доцент кафедри фізіології,  
медичної біології та біологічної фізики,  
ПВНЗ «Київський медичний університет»  
ORCID: 0000-0001-9357-5652

**Ільченко Микола Андрійович,**  
помічник фізичного терапевта  
Київський інститут реабілітації  
ORCID: 0009-0004-9822-7525

**Свириденко Ігор Юрійович,**  
фізичний терапевт  
Київський інститут реабілітації  
ORCID: 0009-0008-0870-1297

*Травматичні ушкодження периферичних нервів становлять одну зі значущих проблем, що часто виникають унаслідок воєнних конфліктів. Вони суттєво впливають на функціональний стан кінцівок, спричиняють комплексні порушення, які включають сенсорно-моторну дисфункцію, трофічні зміни м'яких тканин, зниження рівня рухливості й утруднення під час ходьби.*

*Мета роботи полягала в демонстрації клінічного випадку травми нижньої кінцівки, отриманої внаслідок вогнепального поранення, а також аналізі ефективності реабілітації з використанням платформи “Huber 360 Evolution”.*

*Методи дослідження. Пацієнт віком 28 років, з наслідками вогнепальної травми обох гомілок і правої стопи, з порушенням функції ходьби, парезом правої стопи та сенсорно-моторними порушеннями. Для підвищення фізичної витривалості під час статичних і динамічних навантажень, зміцнення сили правої нижньої кінцівки було призначено курс медико-реабілітаційних тренувань із застосуванням обладнання “Huber 360 Evolution” (LPG Systems, Франція). Визначали: стабільність, рівновагу, ходьбу, стійкість, координацію.*

*Результати проведеного дослідження засвідчили суттєві зміни у стані пацієнта протягом курсу реабілітації. На початковому етапі були помітні виражені порушення, зокрема асиметрія в розподілі центра маси тіла та значні порушення функції балансу. Окрім того, на нижніх кінцівках спостерігалось збільшення довжини та площі коливань. Після завершення реабілітаційного курсу фіксувалось стабілізування центра маси тіла, значне зменшення довжини та площі коливань, а також досягнення показника межі стійкості, що становив 83 973,53 мм<sup>2</sup>. Додатково забезпечено рівномірний розподіл сили між верхніми кінцівками, а координаційний тест було пройдено на найвищому рівні складності з високою успішністю.*

*Висновки. Реабілітація з використанням платформи “Huber 360 Evolution” демонструє високу ефективність у відновленні балансу, стабільності та пропріоцептивного контролю після травм нижніх кінцівок. Виявлено значне покращення симетрії розподілу навантаження на нижні кінцівки, зменшення амплітуди та швидкості корпусних коливань, а також позитивну динаміку статичної стійкості та координації рухів. Сила верхніх кінцівок була успішно врівноважена, а координаційні завдання виконано на рівні максимальної складності, що свідчить про вдосконалення сенсомоторної інтеграції.*

**Ключові слова:** медична реабілітація, травматичне ушкодження, периферичні нерви, вогнепальне поранення, інноваційні технології.

## Andrii Palamarchuk, Dariia Palamarchuk, Mykola Ilchenko, Ihor Svyrydenko. Evaluation of the effectiveness of medical rehabilitation using the Huber 360 Evolution Platform in traumatic injuries resulting from a gunshot wound: a clinical case

*Introduction.* Traumatic injuries of peripheral nerves are a common problem, particularly in military conflict settings, and often lead to impaired limb functionality. These conditions are accompanied by sensorimotor dysfunction, trophic disturbances, limited mobility, and difficulties in walking.

*The aim of this work was to present a clinical case of lower limb injury following a gunshot wound and to evaluate the effectiveness of rehabilitation using the Huber 360 Evolution platform.*

*Methods.* A 28-year-old patient with sequelae of gunshot injuries to both shanks and the right foot, presenting with gait disturbance, right foot paresis, and sensorimotor changes, underwent a course of medical rehabilitation using the Huber 360 Evolution device (LPG Systems, France). The goal was to improve endurance under static and dynamic loads and to strengthen the right lower limb. The assessment included measurements of stability, balance, gait, steadiness, and coordination.

*Results.* The rehabilitation course revealed significant improvements. Initially, there was marked asymmetry in body mass center distribution and severe balance impairment. The lower limbs demonstrated increased sway length and area. Upon completion of the rehabilitation program, the body mass center stabilized, sway length and area significantly decreased, and the stability limit reached 83 973,53 mm<sup>2</sup>. Equal force distribution between the arms was achieved, and the coordination test was successfully performed at the maximum level of difficulty.

*Conclusions.* Rehabilitation using the Huber 360 Evolution platform proved highly effective in restoring balance, stability, and proprioceptive control after lower limb injuries. Significant improvements were observed in load distribution symmetry, reduction of sway amplitude and speed, and positive changes in static stability and movement coordination. Upper limb strength was successfully balanced, and coordination tasks were completed at the highest difficulty level, indicating enhanced sensorimotor integration.

**Key words:** medical rehabilitation, traumatic injury, peripheral nerves, gunshot wound, innovative technologies.

**Вступ.** Травматичні ушкодження периферичних нервів часто виникають через побутові, ятрогенні та виробничі травми. У сучасних реаліях України, з огляду на воєнні дії, вогнепальні поранення стали однією із провідних причин пошкоджень периферичної нервової системи. За статистичними даними, 64% таких травм локалізуються в кінцівках, з них 35,7% – у верхніх, 64,3% – у нижніх кінцівках. Ураження м'яких тканин трапляються в 74,8% випадків, тоді як вогнепальні переломи кісток – у 25,2%. Приблизно 40% постраждалих потребують реконструктивних операцій і тривалої реабілітації [1]. Час, що минув від отримання травми, є критичним для успішного лікування. Тривала денервація призводить до структурних і функціональних змін у м'язах. Підвищити ефективність реконструктивних втручань можна прискоренням реіннервації цільових зон або уповільненням атрофічних змін у денерованих тканинах. Однак навіть за значного потенціалу регенерації периферичних аксонів функціональні результати нерідко залишаються незадовільними, що може спричиняти стійку інвалідність [2]. Серед основних чинників незадовільних результатів варто виділити повільну або недостатню регенерацію аксонів, некоректне спрямування моторних волокон, а також пластичні зміни в центральній нервовій системі, які порушують координацію між центральною нервовою системою (далі – ЦНС) і реіннервованими м'язами [3].

Експериментальні дослідження на тваринах доводять нейропротекторний ефект фізичних вправ [4]. Вони сприяють активації важливих процесів, як-от підвищення експресії мозкового нейротрофічного фактору (BDNF) та його рецептора trkB, що позитивно впливає на відновлення після ушкоджень ЦНС [5–7]. У моделях травм малогомілкового нерва тренування покращують провідність нервових волокон і знижують рівень мієліноасоційованого глікопротеїну (MAG), який блокує ріст аксонів [8]. Окрім того, периферичні травми стимулюють експресію факторів росту нервів і гліальних клітин [9–11]. Проте дані щодо ефективності фізичної терапії в людей із травмами периферичних нервів залишаються неоднозначними. Інтенсивна рухова реабілітація, яка включає активні вправи, функціональну електростимуляцію та психологічну підтримку, демонструє позитивний вплив на м'язову силу й функціональність пацієнтів із травмами спинного мозку [12]. Вправи також допомагають поліпшити витривалість і рівновагу в пацієнтів із діабетичною нейропатією, хоча специфіка тенденозу може обмежувати їхню ефективність [13]. У зв'язку із цим особливо актуальним є впровадження інноваційних реабілітаційних технологій, які підтримують індивідуалізований підхід і дозволяють швидко адаптувати програми до потреб пацієнта. Одним із таких сучасних пристроїв є платформа “Huber 360 Evolution” (LPG Systems, Франція), яка дає змогу комплексно

оцінювати баланс, координацію, силу м'язів і моторний контроль. Завдяки мультисенсорній стимуляції та інтерактивним тренуванням ця технологія активує нейропластичність, що є надзвичайно важливим для відновлення функцій у разі ушкоджень периферичних нервів.

**Мета та завдання.** Представити клінічний випадок травматичного ушкодження нижньої кінцівки після вогнепального поранення та оцінити ефективність персоналізованого реабілітаційного підходу з використанням платформи “Huber 360 Evolution” (LPG Systems, Франція).

**Методи дослідження.** Пацієнт М. віком 28 років звернувся до клініки Київського інституту реабілітації зі скаргами на болі під час ходьби в ділянці латеральної сторони правої стопи, дискомфорт у нижній третині гомілки та гомілково-ступневому суглобі праворуч. З анамнезу та наданої медичної документації відомо, що в серпні 2024 р. пацієнт зазнав вогнепально-осколкового поранення обох гомілок та правої стопи, що супроводжувалося відкритим вогнепальним переломом кубоподібної, латеральної клиноподібної кісток і основи 5-ї плеснової кістки правої стопи з утворенням кісткового дефекту. Було проведено первинну хірургічну обробку ран із видаленням металевих уламків, а також ексцизійну обробку м'яких тканин. Згодом виконали вторинну хірургічну обробку ран на обох гомілках і правій стопі. Клінічно: наявність кісткового дефекту, неправильно зрощений перелом проксимального епіметафіза 5-ї плеснової кістки зі зміщенням уламків, посттравматична невропатія правого малогомілкового нерва із сенсорно-моторними та трофічними порушеннями, помірним парезом правої стопи, помірним порушенням функції правої нижньої кінцівки та стереотипу ходьби, сформовані рубці.

Дані об'єктивного обстеження: загальний стан задовільний, свідомість ясна. Будова тіла нормостенічна. Зріст – 173 см, маса тіла – 63 кг. Шкірні покриви: блідо-рожеві, чисті. Осалгії, стерналгії не виявлено. Лімфатичні вузли не збільшені. Частота дихання у спокої – 15 на хвилину. Над легеньми перкуторно – ясний легеневиий звук, аускультативно – везикулярне дихання, хрипів немає. Пульс – 68 на хвилину, ритмічний. Артеріальний тиск на плечовій артерії зліва – 135/80 мм. рт. ст. Живіт м'який, безболісний. Сечовиділення вільне. Симптом Пастернацького від'ємний з обох боків. За шкалою болю, на момент огляду, 7 балів.

Під час додаткових і спеціальних методів обстеження пацієнта на момент звернення було виявлено такі порушення функції ходьби: права

кінцівка протягом опорного періоду контактує п'ятою, але стопа недостатньо піднімається вгору. Порушена друга фаза ходьби (завантаження стопи), відсутня повноцінна підшоввна функція. Швидкість ходьби знижена на 20% від норми. Наприкінці опорного періоду п'ята недостатньо піднімається, а відштовхування стопою є слабким. На контралатеральній кінцівці під час опорного періоду коліно повністю не розгинається. Спостерігається згинальна контрактура в лівому коліні на 10 градусів, укорочення правої кінцівки на 1 см і зниження загальної швидкості ходьби на 20% від норми відповідно до антропометричних даних. Встановлений діагноз: наслідки вогнепальної травми (пошкодження на рівні нижніх кінцівок) у формі невропатії правого малогомілкового нерва, парез правої стопи. На основі даних об'єктивного огляду, а також результатів додаткових і спеціальних методів обстеження, з метою підвищення витривалості під час статичних і динамічних навантажень та зміцнення сили правої нижньої кінцівки, було призначено курс медико-реабілітаційних процедур із застосуванням обладнання “Huber 360 Evolution” (LPG Systems, Франція). Цей пристрій являє собою платформу овальної форми, яка виконує коливальні й обертальні рухи з налаштованою амплітудою та частотою. Окрім того, він оснащений двома великими ручками з датчиками сили, розташованими на рухомій колоні, що дозволяє адаптувати терапію до можливостей пацієнта. Визначали: стабільність, рівновагу, ходьбу, обмеження рухливості, силу та координацію.

#### Результати дослідження.

У таблиці 1 встановлено, що на 2-й день реабілітаційної програми за розплющених очей центр маси тіла (далі – ЦМТ) був зміщений уліво на 24,57 мм і вперед на 13,70 мм, що свідчило про виражену асиметрію вагового навантаження. За заплющених очей спостерігалось додаткове зміщення ЦМТ в передньому напрямку на ділянку носка лівої стопи (уліво на 22,20 мм та вперед на 33,56 мм), що вказує на недостатню інтеграцію пропріоцептивних сигналів і переважання зорового контролю в підтриманні рівноваги. Коефіцієнт стабільності був знижений, а площа нахилів збільшена, що відображало суттєве порушення вестибулярної функції. На 26-й день реабілітації зафіксовано значне покращення показників. За розплющених очей ЦМТ практично стабілізувався в центральному положенні (–2,60 мм уліво; 11,64 мм уперед), за заплющених очей залишалося незначне зміщення вперед (28,68 мм) та

Таблиця 1

## Оцінка стабільності – тест Ромберга протягом місяця

| 2-й день реабілітації   |               | Різниця                 |                 | 26-й день реабілітації  |              |
|-------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Очі розплющені          |               |                         |                 |                         |              |
| Центр маси тіла         | −24,57; 13,70 | Центр маси тіла         | 21,97;<br>−2,06 | Центр маси тіла         | −2,60; 11,64 |
| Довжина                 | 642,9         | Довжина                 | −148,89         | Довжина                 | 494,01       |
| Площа                   | 648,23        | Площа                   | −267,02         | Площа                   | 381,21       |
| Швидкість               | 12,86         | Швидкість               | −2,98           | Швидкість               | 9,88         |
| Час оцінювання          | 50            | Час оцінювання          | 0               | Час оцінювання          | 50           |
| Очі заплющені           |               |                         |                 |                         |              |
| Центр маси тіла         | −22,20; 33,56 | Центр маси тіла         | 16,37; −4,88    | Центр маси тіла         | −5,83; 28,68 |
| Довжина                 | 937,01        | Довжина                 | −250,15         | Довжина                 | 686,86       |
| Площа                   | 467,91        | Площа                   | −116,48         | Площа                   | 351,43       |
| Швидкість               | 18,74         | Швидкість               | −5              | Швидкість               | 13,74        |
| Час оцінювання          | 50            | Час оцінювання          | 0               | Час оцінювання          | 50           |
| Коефіцієнт стабільності | 0,72          | Коефіцієнт стабільності | 0,2             | Коефіцієнт стабільності | 0,92         |
| Вага                    | 65            | Вага                    | 0               | Вага                    | 65           |

вліво (-5,83 мм). Довжина траєкторії коливань зменшилася до 494,01 мм (розплющені очі) та 686,86 мм (заплющені очі), площа коливань – до 381,21 та 351,43 мм<sup>2</sup> відповідно, швидкість – до 9,88 і 13,74 мм/с. Коефіцієнт стабільності зріс – +0,2, досягнув 0,92, що свідчить про покращення балансної функції та статичної стійкості.

Згідно з даними таблиці 2, на початку реабілітації під час виконання тесту на лівій нижній кінцівці центр маси тіла (ЦМТ) був зміщений назад (-199,48 мм) та дещо вліво (-8,55 мм), довжина траєкторії коливань становила 1 628,49 мм, площа коливань – 1 021,07 мм<sup>2</sup>. Після завершення

програми довжина зменшилася на 417,69 мм (до 1 210,8 мм), площа – на 421,83 мм<sup>2</sup> (до 599,24 мм<sup>2</sup>), а ЦМТ зсунувся ближче до центра, хоча залишався дещо в задньому відділі стопи (-182,80 мм; -20,53 мм), що відображає покращення балансної функції. Під час виконання тесту на правій нижній кінцівці ЦМТ був зміщений уперед (191,64 мм) та дещо вліво (-33,98 мм), довжина траєкторії коливань становила 1 612,72 мм, площа – 1 633,61 мм<sup>2</sup>. Після реабілітації довжина зменшилася на 344,37 мм (до 1 268,35 мм), площа – на 1 061,71 мм<sup>2</sup> (до 571,9 мм<sup>2</sup>), а положення ЦМТ наблизилося до центрального (178,49 мм; -11,26 мм), що свід-

Таблиця 2

## Показники рівноваги протягом місяця

| До              |                   | Різниця         |                  | Після           |                    |
|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|
| Ліва кінцівка   |                   |                 |                  |                 |                    |
| Центр маси тіла | −199,48;<br>−8,55 | Центр маси тіла | 16,68;<br>−11,98 | Центр маси тіла | −182,80;<br>−20,53 |
| Довжина         | 1 628,49          | Довжина         | −417,69          | Довжина         | 1 210,8            |
| Площа           | 1 021,07          | Площа           | −421,83          | Площа           | 599,24             |
| Час оцінювання  | 30                | Час оцінювання  | 0                | Час оцінювання  | 30                 |
| Різниця         |                   |                 |                  |                 |                    |
| Центр маси тіла | 391,12;<br>−25,43 | Центр маси тіла | −29,83; 34,70    | Центр маси тіла | 361,29; 9,27       |
| Довжина         | 15,77             | Довжина         | 41,78            | Довжина         | 57,55              |
| Площа           | 612,54            | Площа           | −585,2           | Площа           | 27,34              |
| Час оцінювання  | 0                 | Час оцінювання  | 0                | Час оцінювання  | 0                  |
| Права кінцівка  |                   |                 |                  |                 |                    |
| Центр маси тіла | 191,64;<br>−33,98 | Центр маси тіла | −13,15; 22,72    | Центр маси тіла | 178,49;<br>−11,26  |
| Довжина         | 1 612,72          | Довжина         | −344,37          | Довжина         | 1 268,35           |
| Площа           | 1 633,61          | Площа           | −1 061,71        | Площа           | 571,9              |
| Час оцінювання  | 30                | Довжина         | 0                | Час оцінювання  | 30                 |

чить про вирівнювання симетрії опори та стабілізацію стійкості.

За результатами тесту Фукуда на визначення ходьби на 2-й день реабілітації пацієнт здійснив 72 кроки за 50 секунд. На 26-й день кількість кроків зменшилася до 64, тобто на 8 кроків, водночас виражений нахил тіла в лівий бік залишився без змін. Дані свідчать про збереження асиметрії ходьби, незважаючи на невелику зміну кількості кроків.

Таблиця 3

**Оцінювання межі стійкості протягом місяця**

| До    | Різниця   | Після            |
|-------|-----------|------------------|
| 90°   | 93        | 1 39             |
| 45°   | 130       | 2 48             |
| 0°    | 177       | 3 36             |
| 315°  | 160       | 4 10             |
| 270°  | 88        | 5 25             |
| 225°  | 154       | 6 -3             |
| 180°  | 179       | 7 41             |
| 135°  | 146       | 8 54             |
| Площа | 5 5978,11 | 50,01% 83 973,53 |

За даними таблиці 3, на початковому етапі реабілітації результати тесту межі стійкості показали, що нахили тіла пацієнта залишаються в межах допустимих норм у всіх напрямках, а площа межі стабільності становила 55 978,11 мм². Аналіз показників сили верхніх кінцівок виявив асиметрію: для лівої руки зафіксовано 7 балів, тоді як для правої – 4 бали, що свідчить про десинхронізацію між кінцівками.

Після проходження курсу реабілітації спостерігалось збільшення площі межі стійкості до 83 973,53 мм², що відповідає приросту приблизно 50%, водночас нахили в усіх напрямках залишилися в межах норм, демонструючи покращення статичної та динамічної стабільності тіла.

У тесті на координацію на початковому етапі пацієнт досяг 8 рівнів складності за 144 секунди. Наприкінці реабілітаційного періоду відзначено суттєві позитивні зміни: одночасно було досягнуто синхронізації рухів у різних напрямках, зросла сила правої руки та незначно зменшилася сила лівої, а загальна різниця між кінцівками скоротилася до 2 балів, що свідчить про поступове вирівнювання міжкінцівкової координації. Пацієнт успішно виконав завдання на максимальному рівні складності, демонстрував ефективне відновлення пропріоцептивного контролю та інтеграції сенсомоторних функцій.

**Висновки.** Результати дослідження демонструють, що фізична реабілітація з використанням платформи “Huber 360 Evolution” ефективно відновлює баланс і стабілізацію тіла після травматичних ушкоджень нижніх кінцівок. Спостерігалось вирівнювання симетрії навантаження на обох кінцівках, зменшення амплітуди та швидкості коливань тіла, а також відновлення пропріоцептивного контролю, особливо за збереженої зорової аферентації. Динаміка стабілометричних показників свідчить про покращення статичної стійкості та координації м'язів-стабілізаторів: центр маси тіла наблизився до центрального положення, площа та довжина траєкторії коливань зменшилися. Тест Фукуда показав збереження нахилу вліво, а тест межі стійкості – збільшення площі коливань на 50% за збереження допустимих нахилів. Показники сили верхніх кінцівок вирівнялися, різниця між кінцівками скоротилася до 2 балів. Результати тесту на координацію підтвердили успішне виконання завдань на максимальному рівні складності, демонструючи ефективне відновлення пропріоцептивного контролю та покращення сенсомоторних функцій.

**REFERENCES**

1. Kuchyn, I., & Horoshko, V. (2021). Predictors of treatment failure among patients with gunshot wounds and post-traumatic stress disorder. *BMC Anesthesiology*, 21 (1), 263. <https://doi.org/10.1186/s12871-021-01482-8>
2. Brushart, T. M., Tarlov, E. C., & Mesulam, M. M. (1983). Specificity of muscle reinnervation after epineurial and individual fascicular suture of the rat sciatic nerve. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, 8 (3), 248–253. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(83\)80152-x](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(83)80152-x)
3. English, A. W., Wilhelm, J. C., & Sabatier, M. J. (2011). Enhancing recovery from peripheral nerve injury using treadmill training. *Annals of Anatomy*, 193 (4), 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2011.02.013>
4. Chiaramonte, R., Pavone, V., Testa, G., Pesce, I., Scaturro, D., Musumeci, G., et al. (2023). The role of physical exercise and rehabilitative implications in the process of nerve repair in peripheral neuropathies. *Diagnostics*, 13 (3), 364. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13030364>
5. Gordon, T., Sulaiman, O., & Boyd, J. G. (2003). Experimental strategies to promote functional recovery after peripheral nerve injuries. *Journal of the Peripheral Nervous System*, 8 (4), 236–250. <https://doi.org/10.1111/j.1085-9489.2003.03029.x>
6. Wilhelm, J. C., Xu, M., Cucoranu, D., Chmielewski, S., Holmes, T., Lau, K., et al. (2012). Cooperative roles of BDNF expression in neurons and Schwann cells are modulated by exercise to facilitate nerve regeneration. *Journal of Neuroscience*, 32 (14), 5002–5009. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1411-11.2012>

7. Lopes, C., Gonçalves, N., Gomes, C., Saraiva, M., & Pêgo, A. P. (2017). BDNF gene delivery mediated by neuron-targeted nanoparticles is neuroprotective in peripheral nerve injury. *Biomaterials*, 121, 83–96. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.12.025>
8. Ghiani, C., Ying, Z., de Vellis, J., & Gomez-Pinilla, F. (2007). Exercise decreases myelin-associated glycoprotein expression in the spinal cord and positively modulates neuronal growth. *Glia*, 55 (9), 966–975. <https://doi.org/10.1002/glia.20521>
9. Maugeri, G., D'Amico, A. G., Musumeci, G., Reglodi, D., & D'Agata, V. (2020). Effects of PACAP on Schwann cells: Focus on nerve injury. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (21), 8233. <https://doi.org/10.3390/ijms21218233>
10. Deumens, R., Bozkurt, A., Meek, M. F., Marcus, M. A., Joosten, E. A., Weis, J., & Brook, G. A. (2010). Repairing injured peripheral nerves: Bridging the gap. *Progress in Neurobiology*, 92 (3), 245–276. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2010.10.002>
11. Cucoranu, D., Mulligan, A., & Sabatier, M. (2009). Treadmill training enhances axon regeneration in injured mouse peripheral nerves without increased loss of topographic specificity. *Journal of Comparative Neurology*, 517 (2), 245–255. <https://doi.org/10.1002/cne.22149>
12. Kneis, S., Wehrle, A., Müller, J., Maurer, C., Ihorst, G., Gollhofer, A., et al. (2019). It's never too late – Balance and endurance training improves functional performance, quality of life, and alleviates neuropathic symptoms in cancer survivors suffering from chemotherapy-induced peripheral neuropathy: Results of a randomized controlled trial. *BMC Cancer*, 19, 414. <https://doi.org/10.1186/s12885-019-5522-7>
13. Shi, L., Rui, Y. F., Li, G., & Wang, C. (2015). Alterations of tendons in diabetes mellitus: What are the current findings? *International Orthopaedics*, 39 (8), 1465–1473. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2775-x>