



Zobacz film przedstawiający opisaną w artykule terapię

DR N. O KULT. FIZ. WOJCIECH RUSEK^{1,2,3}, DR HAB. N. O ZDR. PROF. UR TERESA POP², MGR MARZENA ADAMCZYK^{1,3}, MGR JOANNA BARAN^{1,2}

¹Centrum Rehabilitacji REHAMED-CENTER w Tajęcinie

²Instytut Fizjoterapii, Uniwersytet Rzeszowski

³RehaKlinika

Zrobotyzowane urządzenia w rehabilitacji pacjentki po urazie rdzenia kręgowego

PRACA RECENZOWANA

STRESZCZENIE / SUMMARY

TITLE: Robotic rehabilitation devices in the rehabilitation of a patient with a spinal cord injury – a case report

STRESZCZENIE: Uszkodzenia rdzenia powstają wskutek ciężkich urazów i prowadzą do nieodwracalnych zmian, rzutujących na dalsze funkcjonowanie osoby poszkodowanej. Leczenie uszkodzeń rdzenia kręgowego to nadal jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny, zarówno w kontekście odbudowania uszkodzonych struktur, jak i późniejszego postępowania rehabilitacyjnego.

Opis poniższego przypadku ma na celu przedstawienie, możliwości zastosowania Erigo i Lokomatu jako urządzeń, które w znacznym stopniu wspomagają i przyspieszają proces rehabilitacji.

SUMMARY: Spinal cord injuries as a result of severe traumas lead to irreversible changes, influencing the further functioning of a victim. The treatment of spinal cord injuries is still one of the greatest challenges of modern medicine, both in the context of rebuilding the damaged structures and subsequent rehabilitation procedure. The

presented case report aims to describe the possible uses of the Lokomat device, which greatly supports and accelerates the process of rehabilitation. Early verticalization with the possibility of stepping is an additional element of the improvement, being a bridge between the treatment of a patient in low positions and walking.

SŁOWA KLUCZOWE: urazy rdzenia kręgowego, tetrapareza, Lokomat, Erigo, rehabilitacja

KEYWORDS: spinal cord injuries, tetraparesis, Lokomat, Erigo, rehabilitation

Trening funkcjonalny jest podstawą do przywrócenia czynności ruchowej pacjenta po urazie rdzenia kręgowego. Koncentruje się on przede wszystkim na pobudzaniu plastyczności ośrodkowego układu nerwowego poprzez zwiększanie liczby sygnałów i aktywacji centralnych generatorów wzorca lokomocji w rdzeniu kręgowym i mózgowiu. Efekty plastyczności to przede wszystkim suma intensywności ćwiczeń ruchowych i wielokrotności powtarzanych prawidłowych wzorców ruchowych. Wprowadzenie swoistego prawidła ruchowego, takiego jak Erigo i Lokomat, i wymuszenie odpowiedniego wzorca ruchowego kończyn dolnych, powtarzalnego w czasie i przestrzeni, pozwalają na odzyskiwanie utraconych funkcji ruchowych (1-3).

W konwencjonalnej terapii indywidualnej pacjentów z wysokim uszkodzeniem rdzenia kręgowego terapeuta ma możliwości stymulacji chodu w pozycjach izolowanych, takich jak leżenie na plecach, leżenie na boku. Ma możliwość prowadzenia ćwiczeń w siadzie oraz pozycji stojącej. Jednakże u pacjentów z dużym niedowładem i minimalną kontrolną dowolną mięśni obwodowych, fizjoterapeuta nie ma możliwości kontrolowania większości parametrów chodu w fazie obciążania, takich jak: *Initial Contact*, *Loading Response*, *Mid Stance*, *Terminal Stance*, *Pre-Swing*, oraz w trakcie przenoszenia (*Initial Swing*, *Mid Swing*, *Terminal Swing*). Urządzeniem, które w znacznym stopniu wspomaga pracę fizjoterapeuty w kierunku nauki chodu, jest Lokomat. Umożliwia on odciążanie lub dociążanie masy własnej pacjenta, dzięki czemu możemy stopniować dociski osiowe stawów kończyn dolnych.

Dzięki funkcji biofeedback pacjent ma możliwość wizualnej korekcji swoich ruchów na monitorze, gdzie w czasie rzeczywistym podawane są aktualne wartości zakresów ruchu i siły mięśniowej. Dodatkowo możemy wprowadzać elementy motywacyjne, którymi są dystans przebytej drogi, liczba punktów za każde prawidłowo wykonane zadanie, porównanie ćwiczenia z poprzednimi terapiami i uzyskiwanie oceny efektu końcowego. Urządzenie umożliwia również dokładne, cykliczne kroki z zachowaniem parametrów długości,

zmianą układu przestrzennego ciała i prowadzi to do zasłabnięć, omdleń oraz opóźnia pionizację i naukę chodu. Zjawisko to można wyeliminować lub zminimalizować, prowadząc pionizację na stole pionizacyjnym Erigo, który jest wyposażony w funkcję kroczenia. Wprowadzenie podczas pionizacji naprzemiennej pracy kończyn dolnych wspomaga pracę mięśnia sercowego poprzez pracę dużych mięśni w kończynach dolnych. Dlatego pacjenci, którzy nie są przygotowani do rozpoczęcia aktywnej pracy z terapeutą

W konwencjonalnej terapii indywidualnej pacjentów z wysokim uszkodzeniem rdzenia kręgowego terapeuta ma możliwości stymulacji chodu w pozycjach izolowanych.

kąta pracy stawu kolanowego, stawu biodrowego, naprzemienność pracy kończyn dolnych, aktywizację mięśni tułowia oraz zachowanie prawidłowych proporcji czasu podporu i przenoszenia. W Lokomacie ortezy zakładane na kończyny dolne, oprócz sterowania ruchem, kontrolują aktywność mięśni. Są one wyposażone w czujniki, które za pomocą komputera i oprogramowania, w zależności od aktualnej potrzeby pacjenta, wspomagają lub utrudniają zmianę kątów w stawach kolanowych i biodrowych. Rzeczą szczególnie istotną jest tzw. raportowanie, czyli informowanie fizjoterapeuty o postępach w procesie odtwarzania chodu (4, 5).

Negatywnymi efektami przebywania pacjentów w pozycji leżącej są zaburzenia ortostatyczne podczas prób pionizacji przy łóżku pacjenta bądź w pionizatorze. Układ sercowo-naczyniowy nie radzi sobie z szybką

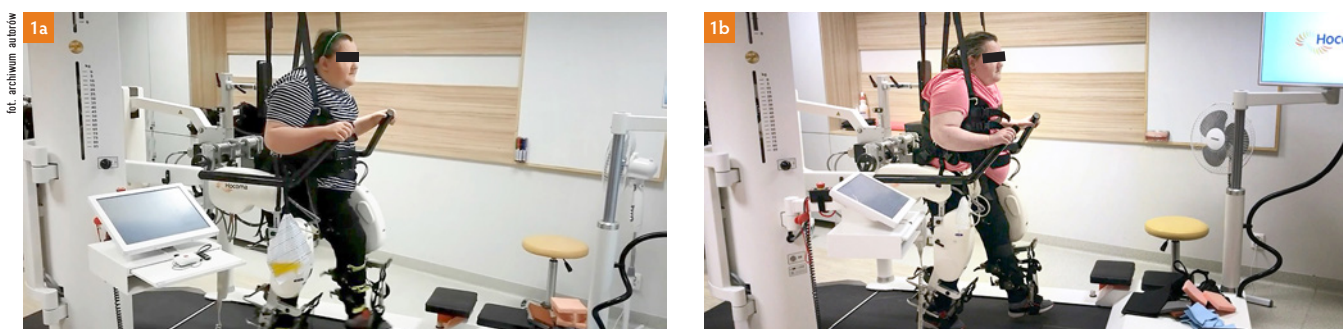
w pozycjach wysokich, mają możliwość adaptacji na stole pionizacyjnym Erigo. Zjawiskiem, które również pojawia się u pacjentów, którzy przez dłuższy czas nie byli pionizowani, są dolegliwości bólowe oraz tkliwość podeszwy części stóp. W Erigo problem ten jest rozwiązywany przez stopniowe odciążanie lub dociążanie kończyn dolnych (6-8).

Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu rehabilitacji wspomaganą zrobotyzowanymi urządzeniami do pionizacji i nauki chodu na poprawę stanu funkcjonalnego pacjentki po urazie rdzenia kręgowego.

Materiał i metody

Badaniu poddano 33-letnią pacjentkę, która w 2010 roku, w wyniku wypadku komunikacyjnego, doznała złamania kręgow C5 i C6 z jednoczesnym ura-



Fot. 1a, b. Wykorzystanie Lokomatu w rehabilitacji pacjentki z uszkodzeniem rdzenia kręgowego

Parametr	Na początku pobytu	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Czas samodzielnego utrzymania pozycji siedzącej (s)	0	10	35	50
Czas utrzymania pozycji siedzącej z podparem na kończynach górnych (s)	5	1200	4800	7200

Tab. 1. Zmiana czasu trwania utrzymania pozycji siedzącej

Parametr	Na początku pobytu	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Czas pionizacji na stole Erigo (min)	15	25	31	45
Liczba kroków na minutę podczas pionizacji na stole Erigo	15	21	26	30
Całkowita średnia liczba kroków podczas pionizacji na stole Erigo	240	352	563	711

Tab. 2. Zmiana czasu trwania, prędkości kroczenia i liczby kroków podczas pionizacji na stole Erigo

Parametr	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Czas trwania chodu na Lokomacie (min)	15	31	45
Prędkość chodu podczas treningu na Lokomacie (km/h)	0,5	0,9	1,5
Średni dystans przebyty podczas chodu na Lokomacie (m)	225,8	435	1 112,1

Tab. 3. Zmiana czasu trwania, prędkości chodu i przebytego dystansu podczas chodu na Lokomacie

► zem rdzenia kręgowego. Zastosowano u niej wówczas leczenie operacyjne i ustabilizowano złamanie, wykonując stabilizację przednią na odcinku C4-Th1. Konsekwencją urazu jest porażenie kończyn dolnych i niedowład

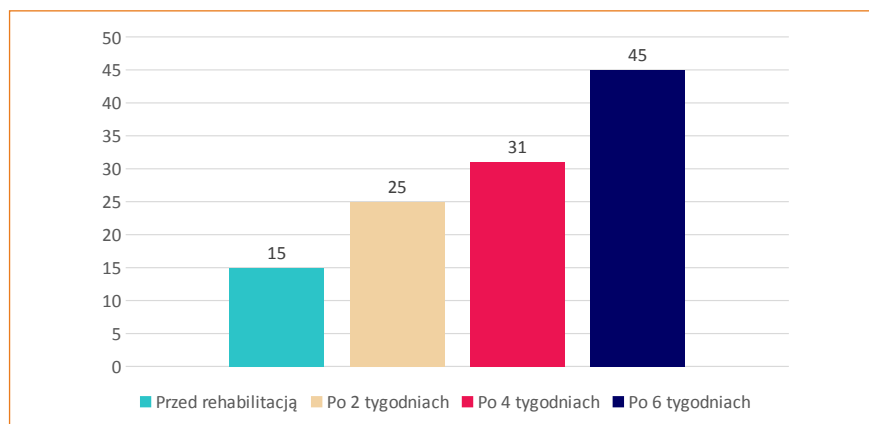
kończyn górnych. Pacjentka od pięciu lat (od 2012 roku) nie była poddawana systematycznej i intensywnej rehabilitacji, a pionizowana była sporadycznie, kilka razy w roku. U pacjentki występowała otyłość III stop-

nia (BMI 45,2) i była ona całkowicie uzależniona od osób drugih.

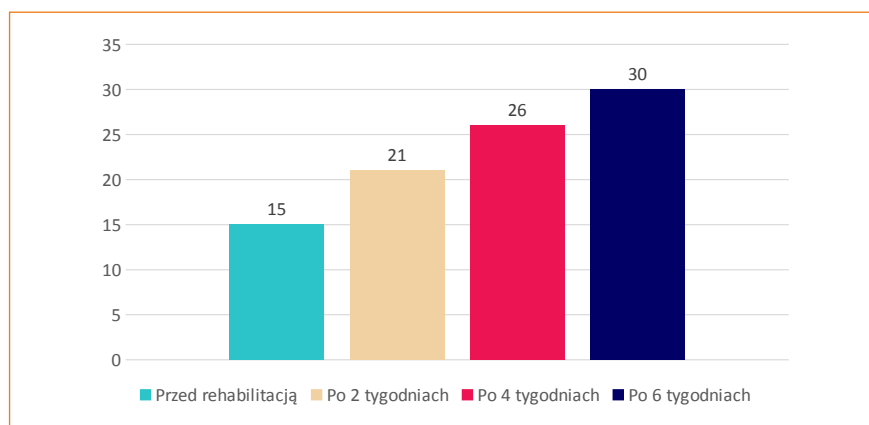
W celu oceny efektów stosowanego usprawniania, przed rozpoczęciem fizjoterapii przeprowadzono obiektywne badania. Zmierzono czas samodzielnego utrzymania pozycji siedzącej, czas utrzymania pozycji siedzącej z podparem na kończynach górnych, czas pionizacji na stole Erigo, prędkość kroczenia podczas pionizacji oraz całkowitą liczbę kroków. Podczas treningu na Lokomacie rejestrowane były następujące parametry: czas trwania i prędkość chodu oraz przebyty dystans. Jako narzędzia do oceny bólu stawów skokowych użyto skali VAS. Spastyczność kończyn dolnych oceniono skalą Ashwortha, czynności dnia codziennego skalą FIM. Badania wykonano czterokrotnie: przed terapią, po upływie 2, 4 oraz 6 tygodni.

Program usprawniania pacjentki obejmował:

- terapię indywidualną z fizjoterapeutą trzy razy dziennie po 45 minut, w skład której wchodziły: ćwiczenia prawidłowej kontroli mięśni tułowia, ćwiczenia rozciągające kończyn dolnych, ćwiczenia naczyniowe kończyn dolnych, drenaż limfatyczny, ćwiczenia kończyn dolnych i górnych według wzorców PNF, terapia ułożeniowa, terapia według metody Bobath,



Ryc. 1. Zmiana czasu trwania pionizacji na Erigo (min)



Ryc. 2. Zmiana prędkości kroczenia podczas pionizacji na Erigo (krok/min)

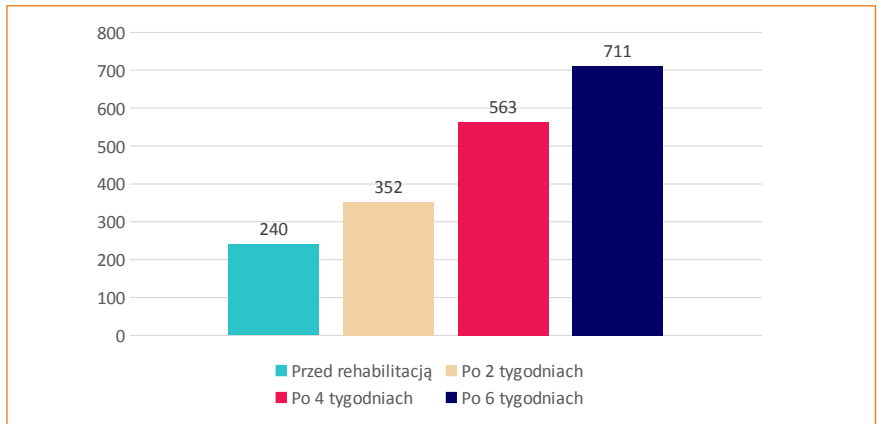
terapia odbudowy funkcji kończyn górnych i kończyn dolnych, ćwiczenia odbudowujące siłę mięśniową, ćwiczenia zwiększające czynny zakres ruchu, nauka podporów kończyn dolnych i kończyn górnych, przygotowanie do pionizacji, w skład którego wchodziły dociski przezstawowe kończyn dolnych, stymulacja podeszwy stopy i próby obciążenia kończyn dolnych w ortezach,

- pionizację w urządzeniu Erigo z funkcją kroczenia, która przygotowała pacjentkę do treningu chodu z wykorzystaniem urządzenia do reedukacji chodu, jakim jest Lokomat. Nie było to możliwe na samym początku rehabilitacji z uwagi na uporczywe dolegliwości bólowe kończyn dolnych i brak możliwości pełnego obciążenia, pojawiające się podczas chodu,
- reedukację chodu przy pomocy urządzenia Lokomat, którą wdrożono po dwóch tygodniach pobytu.

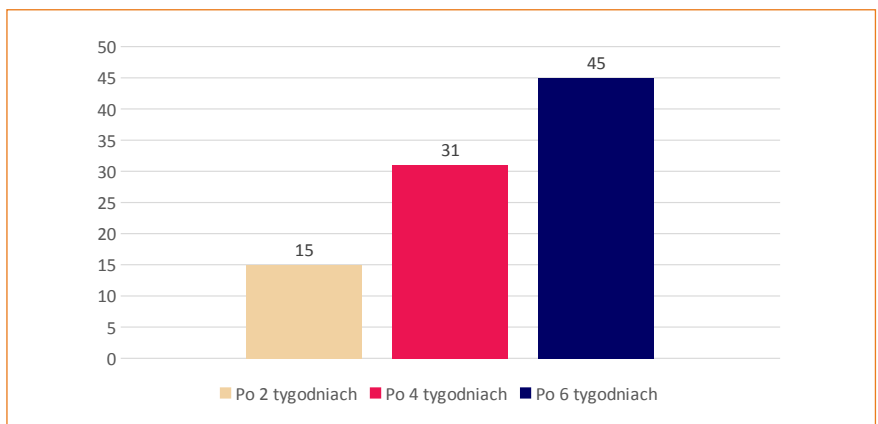
Wyniki

W badaniu I (przed wdrożeniem programu usprawniania) wykonano badanie fizjoterapeutyczne i zaobserwowano, że pacjentka:

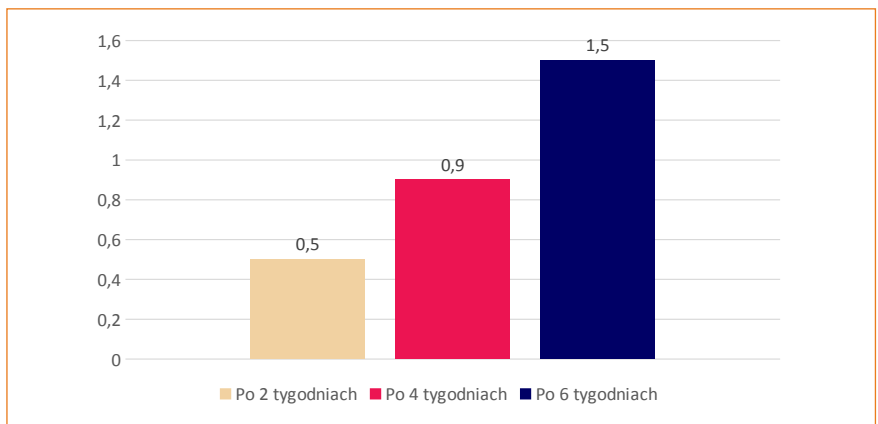
- korzysta z wózka inwalidzkiego,
- nie wykonuje samodzielnie transferu z wózka na kozetkę i z powrotem,
- zmienia pozycję z leżenia na brzuchu na pozycję leżenia na plecach z pomocą osób trzecich,
- nie przechodzi samodzielnie z leżenia do siadu, a w siadzie wymaga asysty,
- nie utrzymuje samodzielnie pozycji siedzącej, wspomagana przez pracę kończyn górnych potrafi utrzymać pozycję pionową kilka sekund,
- ma prawidłowe zakresy ruchu kończyn,
- w trakcie docisków osiowych (aproxymacji) odczuwa ból w okolicy stawu biodrowego i skokowego w lewej kończynie dolnej,
- podczas ruchów nagłego wyprostowania kończyn dolnych ma krótkotrwałe ataki spastyczności mięśni tułowia, powodujące problemy z oddychaniem.



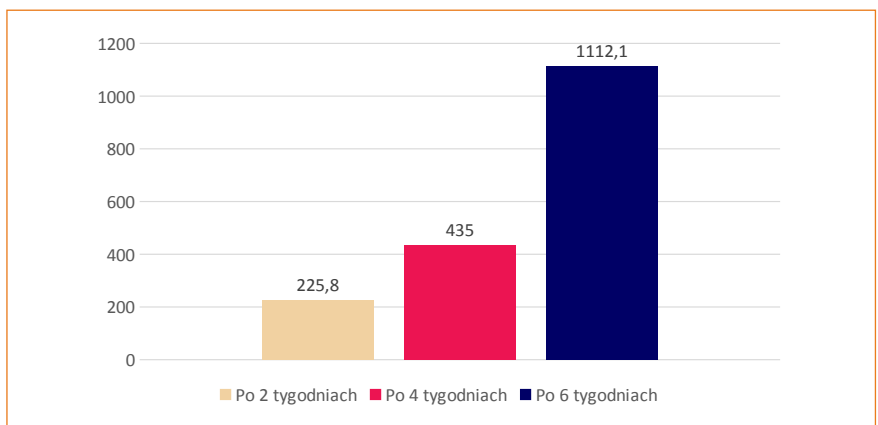
Ryc. 3. Zmiana średniej liczby kroków podczas pionizacji na Erigo



Ryc. 4. Zmiana czasu trwania chodu na Lokomacie (min)



Ryc. 5. Zmiana prędkości chodu na Lokomacie (km/h)



► Ryc. 6. Zmiana średniego przebytego dystansu podczas chodu na Lokomacie (m)

Parametr	Na początku pobytu	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Skala VAS bólu stopy lewej	8	6	3	2
Skala VAS bólu stopy prawej	3	2	0	0

Tab. 4. Zmiana stopnia nasilenia bólu stawów skokowych wg skali VAS

Parametr	Na początku pobytu	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Skala Ashwortha	3	3	2	2

Tab. 5. Zmiana nasilenia spastyczności kończyn dolnych wg skali Ashwortha

Parametr	Na początku pobytu	Po dwóch tygodniach	Po czterech tygodniach	Na końcu pobytu (po sześciu tygodniach)
Skala FIM	0	6	18	28

Tab. 6. Zmiana wyników uzyskanych w skali FIM

► Po 6 tygodniach intensywnej rehabilitacji stwierdzono, że pacjentka ma lepszą stabilizację w siadzie z podparem kończyn dolnych, aktywne wspomaganie transferów (przejście z pozycji siedzącej do leżącej i powrót, samodzielnie zmienia pozycję, leżąc na łóżku, z lekką pomocą porusza się na wózku inwalidzkim przy użyciu rękawic antypoślizgowych na dystansie ok. 15 m). Uległ poprawie czas pionizacji (z 15 do 45 min). Stawy skokowe pacjentki dobrze tolerują obciążenie osiowe zarówno w pionizatorze aktywnym Erigo, Lokomacie, jak i pionizatorze klasycznym. Uzyskano znaczącą poprawę funkcji chodu w urządzeniu Lokomat, pacjentka jest dociążana do pełnego aktywnego zakresu w bieżni. Zmiany powyższych parametrów istotnie wpły-

wały na możliwość dłuższego oraz bardziej intensywnego przebywania w pozycji pionowej i siedzącej.

Wykonane przed terapią pomiary czasu utrzymania pozycji siedzącej przez pacjentkę wykazały brak możliwości jej utrzymania przez dłużej niż 5 sekund. Po zakończeniu terapii, czyli po upływie sześciu tygodni, pacjentka była w stanie samodzielnie utrzymać tę pozycję przez 50 sekund, a z podparem na kończynach górnych nawet przez 2 godziny (tab. 1).

Rejestrowane podczas pionizacji na stole Erigo dane ukazują, że na początku procesu usprawniania pacjentka nie była w stanie długo przebywać w pozycji pionowej. Parametry te poprawiały się z każdym dniem, a na końcu sześciotygodniowego pobytu pacjent-

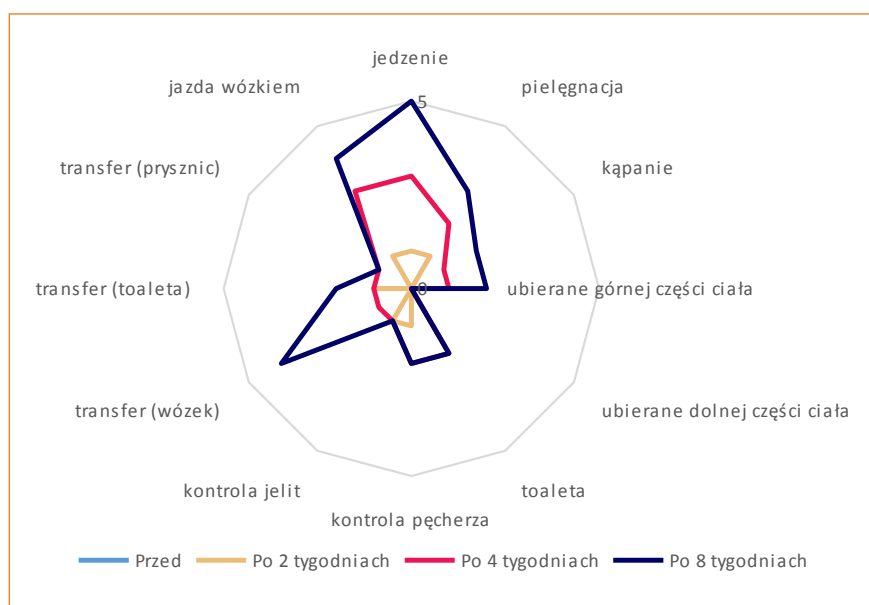
ka nie miała już żadnych dolegliwości podczas pionizacji, co umożliwiło realizację pełnego czasu trwania terapii (tab. 2, ryc. 1-3).

Analiza raportów z treningu na Lokomacie wykazała, że początkowe treningi chodu pacjentki trwały dużo krócej niż te na końcu procesu usprawniania. Podczas pierwszych terapii na Lokomacie pacjentka była w stanie przejść dystans jedynie około 220 m w czasie 15 minut, a na końcu rehabilitacji aż 1110 m w czasie 45 minut (tab. 3, ryc. 4-6).

W wyniku realizacji programu usprawniania uzyskano znaczne zmniejszenie dolegliwości bólowych stawów skokowych. Przed rozpoczęciem rehabilitacji ból lewej stopy był na poziomie 8 punktów w skali VAS, natomiast na końcu pobytu zmniejszył się do 2 punktów. Całkowicie natomiast wyeliminowano ból prawej stopy, który przed rozpoczęciem pobytu pacjentka oceniała na 3 punkty w skali VAS (tab. 4).

Do oceny spastyczności wykorzystano skalę Ashwortha. Początkowo napięcie mięśniowe w kończynach dolnych ocenione zostało na 3 punkty, natomiast po zakończeniu rehabilitacji uzyskano zmniejszenie spastyczności do poziomu 2 punktów wg skali Ashwortha (tab. 5).

Czynności dnia codziennego oceniono skalą FIM (części dotyczące samoobsługi, kontroli zwieraczy, mobilności i lokomocji na wózku inwalidzkim). Na początku procesu usprawniania pacjentka nie uzyskała żadnego punktu na 84 możliwych. Po zakończe-



Ryc. 7. Zmiana wyników uzyskanych w skali FIM



niu rehabilitacji pacjentka była w stanie pomagać podczas wykonywania większości czynności dnia codziennego i uzyskała w skali FIM 28 punktów (tab. 6, ryc. 7).

Dzięki połączeniu indywidualnej terapii funkcjonalnej z treningiem na urządzeniach rehabilitacyjnych takich jak Erigo i Lokomat, pacjentka uzyskała znaczną poprawę stanu funkcjonalnego oraz wytrzymałości. Po wdrożeniu opisanego, kompleksowego programu usprawniania, podczas terapii i pionizacji, u pacjentki nie pojawiały się już objawy ze strony układu krążeniowo-oddechowego, nie występował również ból lewego stawu skokowego.

Dyskusja

Innowacyjne urządzenia do pionizacji i reedukacji chodu są niekiedy jedyną możliwością realizacji celów terapii pacjentów po urazie rdzenia kręgowego. Trening z wykorzystaniem zrobotyzowanych urządzeń jest nową metodą rehabilitacji, a stosowane technologie są cały czas rozwijane. Tradycyjna rehabilitacja wspomagana terapią na Erigo i Lokomacie zapobiega przykurczom stawów, pomaga zachować gęstość kości i zapewnia prawidłowe funkcjonowanie układu krążeniowo-oddechowego i trawiennego (9, 10).

Bezpośrednio po urazie rdzenia kręgowego występuje stan arefleksji i osłabienia mięśni zwany szokiem rdzenio-

wym. W późniejszych tygodniach lub miesiącach neurony stopniowo odzyskują swą pobudliwość, co prowadzi zarówno do poprawy funkcji motorycznych, jak i do rozwoju spastyczności. Liczne badania wskazują, że około 75-80% pacjentów po urazie rdzenia kręgowego cierpi z powodu spastyczności. Często prowadzi ona do bolesnych skurczów mięśni i powstawania przykurczów w stawach kończyn, dlatego jej zwalczanie jest tak ważne w rehabilitacji pacjentów po uszkodzeniu górnego motoneuronu (11-14).

Negatywnym efektem przebywania pacjentów w pozycji leżącej są zaburzenia ortostatyczne podczas prób pionizacji przy łóżku pacjenta bądź w pionizatorze.

Gorassini i wsp. przeprowadzając badania na grupie 19 pacjentów, udowodnili, że trening na bieżni z obciążeniem osiowym kończyn dolnych może zmniejszać spastyczność, redukować obecność klonusów oraz poprawić koordynację pracy mięśni zginaczy i prostowników. W ich badaniach pacjent po urazie kręgosłupa na poziomie C4-5 uzyskał poprawę prędkości chodu na Lokomacie o 0,5 km/h po 10 tygodniach terapii (15).

Analiza opisanego przypadku ukazała, że wdrożony program rehabilitacji z wykorzystaniem Erigo i Lokomatu umożliwił poprawę prędkości chodu

na Lokomacie, po sześciu tygodniach o 1 km/h.

Wirz i wsp. przeprowadzając badania na grupie 20 pacjentów po częściowym uszkodzeniu rdzenia kręgowego, stwierdzili, że ośmiotygodniowa rehabilitacja z wykorzystaniem Lokomatu nie wpływa na stopień nasilenia spastyczności (9).

W naszych badaniach wykazano, że po wdrożeniu sześciotygodniowego programu rehabilitacji, spastyczność w kończynach dolnych zmniejszyła się o 1 stopień wg skali Ashwortha.

Ocena samodzielności funkcjonalnej osoby po urazie rdzenia kręgowego jest ważnym elementem pozwalającym oceniać efekty terapii. Skale oceny funkcjonalnej koncentrują się przede wszystkim na zdolności pacjenta do wykonywania zadań niezbędnych do samodzielnego funkcjonowania (np. kąpanie się, jedzenie czy lokomocja). Oprócz tego skala FIM służy również do oceny ilości wymaganej opieki, to znaczy, że ma na celu określenie, ile pomocy potrzebuje dana osoba, jeżeli nie jest samodzielną (16).

Beninato i wsp. przeprowadzając badania pilotażowe na grupie 7 pa- ▶

▶ cjentów po urazie rdzenia kręgowego na poziomie C5, stwierdzili, że średni wynik skali FIM, w zakresie samoobsługi, kontroli zwieraczy, mobilności i lokomocji na wózku, dla tych pacjentów wynosi 26 (17).

Badania Rabeha i wsp. przeprowadzone w Brazylii, na grupie 11 pacjentów po urazie odcinka szyjnego kręgosłupa pokazały, że wg skali FIM osiągnęli oni średnio 41,6 punktów (18).

W opisie przypadku pacjentki po urazie rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym jej niezależność, wg skali FIM, po zakończonej rehabilitacji, oceniono na 28 punktów.

Wnioski

1. Rehabilitacja z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń rehabilitacyjnych jest dobrym uzupełnieniem konwencjonalnej terapii.
2. Rehabilitacja z wykorzystaniem nowoczesnych zrobotyzowanych urządzeń często jest jedyną formą pionizacji i nauki chodzenia pacjenta z uszkodzeniem rdzenia kręgowego.
3. Wraz z postępowaniem w dziedzinie robotyki rehabilitacyjnej konieczne jest opracowanie specjalnych algorytmów leczenia, aby pomóc klinycystom w podjęciu decyzji, które konkretnie interwencje są najbardziej odpowiednie dla zmaksymalizowania odzyskania funkcji u pacjentów z uszkodzeniami neurologicznymi. □

Piśmiennictwo

1. Hu X.L., Tong K.Y., Li R. et al.: *Effectiveness of functional electrical stimulation (FES)-robot assisted wrist training on persons after stroke*. „Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc”, 2010, 5819-5822.
2. Morawietz C., Moffat F.: *Effects of locomotor training after incomplete spinal cord injury: a systematic review*. „Arch Phys Med Rehabil”, 2013, 94, 2297-308.
3. Hubli M., Dietz V.: *The physiological basis of neurorehabilitation – locomotor training after spinal cord injury*. „J Neuroeng Rehabil.”, 2013, 10, 5.
4. Maggioni S., Melendez-Calderon A., van Asseldonk E. et al.: *Robot-aided assessment of lower extremity functions: a review*. „J Neuroeng Rehabil.”, 2016, 13 (1), 72.
5. Riener R., Lünenburger L., Maier I.C. et al.: *Locomotor Training in Subjects with Sensori-Motor Deficits: An Overview of the Robotic Gait Orthosis Lokomat*. „Journal of Healthcare Engineering”, 2010, vol. 1, no. 2, 197-216.
6. Saengsuwan J., Berger L., Schuster-Amft C. et al.: *Test-retest reliability and four-week changes in cardiopulmonary fitness in stroke patients: evaluation using a robotics-assisted tilt table*. „BMC Neurol.”, 2016, 6, 16 (1), 163.
7. Taveggia G., Ragusa I., Trani V. et al.: *Robotic tilt table reduces the occurrence of orthostatic hypotension over time in vegetative states*. „Int J Rehabil Res.”, 2015, 38 (2), 162-166.
8. Saengsuwan J., Nef T., Laubacher M., Hunt K.J.: *Submaximal cardiopulmonary thresholds on a robotics-assisted tilt table, a cycle and a treadmill: a comparative analysis*. „Biomed Eng. OnLine”, 2015, 10, 14, 104.
9. Wirz M., Zemon D.H., Rupp R.: *Effectiveness of Automated Locomotor Training in Patients with Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: A Multicenter Trial*. „Arch Phys Med Rehabil.”, 2005, vol 86.
10. Nas K., Yazmalar L., Şah V. et al.: *Rehabilitation of spinal cord injuries*. „World J Orthop.”, 2015, 18, 6 (1), 8-16.
11. Sherwood A.M., Graves D.E., Priebe M.M.: *Altered motor control and spasticity after spinal cord injury: Subjective and objective assessment*. „Journal of Rehabilitation Research and Development”, 2000, vol. 37, no. 1, 41-52.
12. Balioussis C., Hitzig S.L., Flett H. et al.: *Identifying and Classifying Quality of Life Tools for Assessing Spasticity After Spinal Cord Injury*. „Top Spinal Cord Inj Rehabil.”, 2014, 20 (3), 208-224.
13. Elbasiouny S.M., Moroz D., Bakr M.M. et al.: *Management of Spasticity After Spinal Cord Injury: Current Techniques and Future Directions*. „Neurorehabil Neural Repair.”, 2010, 24 (1), 23-33.
14. D'Amico J.D., Condliffe E.G., Martins K.J. et al.: *Recovery of neuronal and network excitability after spinal cord injury and implications for spasticity*. „Front Integr Neurosci.”, 2014, 8, 36.
15. Gorassini M.A., Norton J.A., Nevett-Duchcherer J. et al.: *Changes in Locomotor Muscle Activity After Treadmill Training in Subjects With Incomplete Spinal Cord Injury*. „J. Neurophysiol.”, 2009, 101, 969-979.
16. Flanders A.E., Spettell C.M., Friedman D.P. et al.: *The relationship between the functional abilities of patients with cervical spinal cord injury and the severity of damage revealed by MR imaging*. „AJNR Am J. Neuroradiol.”, 1999, 20 (5), 926-934.
17. Beninato M., O'Kane K.S., Sullivan P.E.: *Relationship between motor FIM and muscle strength in lower cervical-level spinal cord injuries*. „Spinal Cord”, 2004, 42, 533-540.
18. Rabe S., Larcher Caliri M.H.: *Functional ability in individuals with spinal cord injury*. „Acta Paul Enferm”, 2010, 23 (3), 321-327.

PODSUMOWANIE

Materiał

W pracy dokonano oceny wpływu rehabilitacji wspomaganą zrobotyzowanymi urządzeniami do pionizacji i nauki chodu na poprawę stanu funkcjonalnego pacjentki po urazie rdzenia kręgowego.

Zastosowany program rehabilitacji

Program usprawniania pacjentki obejmował: terapię indywidualną z fizjoterapeutą trzy razy dziennie po 45 minut, pionizację w urządzeniu Erigo z funkcją kroczenia, która przygotowała pacjentkę do treningu chodu z wykorzystaniem urządzenia do reedukacji chodu, reedukację chodu przy pomocy urządzenia Lokomat.

Rezultaty

Pacjentka uzyskała lepszą stabilizację w siadzie z podparem kończyn dolnych, aktywne wspomaganie transferów (przejście z pozycji siedzącej do leżącej i powrót, samodzielnie zmieniając pozycję, leżąc na łóżku, z lekką pomocą porusza się na wózku inwalidzkim przy użyciu rękawic antypoślizgowych na dystansie ok. 15 m). Uległ poprawie czas pionizacji (z 20 do 40 min). Stawy skokowe pacjentki dobrze tolerują obciążenie osiowe zarówno w pionizatorze aktywnym Erigo, Lokomacie, jak i pionizatorze klasycznym. Uzyskano znaczącą poprawę funkcji chodu w urządzeniu Lokomat.