

Wpływ sesji hipoterapeutycznej na zmiany parametrów czasowo-przestrzennych chodu u dziecka z mózgowym porażeniem – badanie pilotażowe

The Effect of a Hippotherapy Session on Spatiotemporal Parameters of Gait in Children with Cerebral Palsy – Pilot Study

Faustyna Manikowska^{1(A,B,C,D,E,F)}, Marek Józwiak^{1(A,B,C,D,E,F)}, Maciej Idzior^{1(B,D,E)},
Po-Jung Brian Chen^{1(B,C,E,F)}, Dariusz Tarnowski^{2(A,B,E)}

¹ Katedra Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, Polska

² Centrum Hipoterapii i Rehabilitacji Zabajka, Stawnica, Polska

¹ Department of Pediatric Orthopedics and Traumatology, Poznań University of Medical Sciences, Poland

² Zabajka Hippotherapy and Rehabilitation Center in Stawnica, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. U dzieci opóźnionych w rozwoju ruchowym udowodniono pozytywny wpływ hipoterapii na poprawę najtrudniejszych funkcji ruchowych, takich jak: bieganie, skakanie, poprawę równowagi i koordynacji. Celem pracy była ocena wpływu hipoterapii na wybrane parametry czasowo-przestrzenne cyku chodu u chodzącego dziecka z mózgowym porażeniem.

Materiał i metody. Materiał badań stanowiło 16 chodzących dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym (10 dziewczynek i 6 chłopców), w wieku od 5,7 lat do 17,5 (średnia: 13,2), zakwalifikowanych na hipoterapię. Analizie poddano podstawowe parametry czasowo-przestrzenne chodu (szybkość chodu, częstotliwość, długość kroku, czas jego trwania, oraz symetria) zbierane przy pomocy akcelerometru DynaPort. Badanie wykonane zostało dwukrotnie: przed i bezpośrednio po sesji hipoterapeutycznej. Do weryfikacji różnic między wynikami pomiarów, uzyskanymi podczas badań wstępnych i końcowych, zastosowano test kolejności par Wilcoxon.

Wyniki. Po sesji hipoterapeutycznej stwierdzono istotną statystycznie zmianę prędkości chodu. Zaobserwowano zbliżenie pozostałych badanych parametrów do wartości referencyjnych dla wieku; jedynie parametr opisujący długość kroku uległ pogorszeniu – zmiany te nie były istotne statystycznie.

Wniosek. Jednorazowa sesja hipoterapeutyczna może mieć istotny wpływ na normalizację prędkości chodu u dziecka z mózgowym porażeniem.

Słowa kluczowe: analiza chodu, akcelerometr, fizjoterapia

SUMMARY

Background. Hippotherapy has been shown to produce beneficial effects by improving the most difficult motor functions, such as sitting, running, jumping, coordination, as well as balance and muscle strength in children with motor developmental delays. The aim of this study was to analyze the effect of hippotherapy on spatiotemporal parameters of gait in cerebrally palsied children.

Material and methods. 16 ambulatory cerebrally palsied children (GMFCS Level I-III; Female: 10, Male: 6; Age: 5.7-17.5 years old) qualified for hippotherapy were investigated. Basic spatiotemporal parameters of gait, including walking speed, cadence, step length, stride length and the left-right symmetry, were collected using a three-dimensional accelerometer device (DynaPort MiniMod) before and immediately after a hippotherapy session. The Wilcoxon test was used to verify the differences between pre- and post-session results.

Results. Changes of walking speed were statistically significant. With the exception of step length, all spatiotemporal parameters improved, i.e. were closer to the respective reference ranges after the session. However, these changes were not statistically significant.

Conclusion. One session of hippotherapy may have a significant effect on the spatiotemporal parameters of gait in cerebrally palsied children.

Key words: gait analysis, accelerometer, physiotherapy

WSTĘP

Skuteczność hipoterapii została udokumentowana w literaturze [1,2,3]. U dzieci opóźnionych w rozwoju ruchowym udowodniono pozytywny wpływ tego rodzaju terapii na poprawę najtrudniejszych funkcji ruchowych, takich jak: siedzenie, bieganie czy skakanie, na poprawę równowagi, koordynacji czy siły mięśniowej [1,3,4].

Dzięki specyficze ruchu konia – jego naprzemienności oraz trójwymiarowego charakteru wymuszone ruchy miednicy jeźdźca są zbliżone do wzorca poruszania się osoby zdrowej podczas chodu [5]. Hipoterapia stymuluje trening postawy i równowagi w odpowiedzi na ruchy przemieszczającego się zwierzęcia [6,7].

Efekty terapii są widoczne bardzo szybko, jednak jak udowodniono są one nietrwałe [1,2,8,9]. Najczęściej określa się częstotliwość sesji terapeutycznych na 1 lub 2 w tygodniu, a efekty oceniane są po około 6 do 10 tygodni [1,5]. Są prace, które sugerują, że istotne zmiany obserwować możemy już po kilku minutach hipoterapii [2]. Pozostaje pytanie, jak często i jak długo powinno się tę terapię stosować, aby efekty były najlepsze. Dlatego uzasadnione wydaje się udowodnienie, które z parametrów chodu ulegają zmianie oraz kiedy te zmiany się pojawiają.

Celem pracy była ocena wpływu hipoterapii na wybrane parametry czasowo-przestrzenne cyku chodu u chodzącego dziecka z mózgowym porażeniem.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badań stanowiło 16 dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym (10 dziewczynek i 6 chłopców), w wieku od 5,7 lat do 17,5 (średnia: 13,2). Wszystkie dzieci zakwalifikowane do grupy badanej potrafiły chodzić samodzielnie, bez pomocy osób drugich (GMFCS I-III). Grupę badaną stanowili pacjenci ośrodka hipoterapeutycznego spełniający kryteria włączenia do badań. Badani byli tylko pacjenci, którzy zostali zakwalifikowani na hipoterapię. Terapia prowadzona była przez wykwalifikowanych, dyplomowanych hipoterapeutów z dodatkowym nadzorem fizjoterapeutycznym. Zajęcia prowadzone były w pełnym dosiady, przodem do kierunku jazdy, koń poruszał się stępem. Celem terapii było wspomaganie prawidłowej lokomocji dziecka. Sesja terapeutyczna trwała 30 minut.

Do grupy badanej kwalifikowane zostały dzieci spełniające następujące kryteria: wiek od 5 do 18 lat, możliwość samodzielnej lokomocji, okres przynajmniej 6 miesięcy od ostatniego podania toksyny botulinowej oraz około rok od leczenia operacyjnego, możliwość współpracy z dzieckiem.

BACKGROUND

The effectiveness of hippotherapy has been documented in professional literature [1,2,3]. Hippotherapy has been shown to have beneficial effects by improving the most difficult motor functions, such as sitting, running, jumping, coordination, as well as balance and muscle strength in children with motor developmental delays [1,3,4].

The unique alternating and three-dimensional movement patterns of a horse make the rider's pelvis move in a manner similar to that observed during a healthy person's gait [5]. Hippotherapy stimulates posture and balance training with the patient responding to the movement of the animal [6,7].

The treatment effects are immediate, but they have been proved to be short-lived [1,2,8,9]. Therapeutic sessions are most commonly held once or twice a week and the effects are assessed after approx. 6 to 10 weeks [1,5]. Some authors have suggested that significant changes can be observed as early as after a few minutes of hippotherapy [2]. It is still open to question how often and how long the therapy should last in order to lead to the most beneficial effects. Therefore, it seems advisable to determine which gait parameters change and when the changes occur.

The aim of this study was to analyze the effect of hippotherapy on spatiotemporal parameters of gait in cerebrally palsied children.

MATERIAL AND METHODS

Material: 16 cerebrally palsied children (female: 10, male: 6; age: 5.7-17.5 years old; mean age: 13.2) were investigated. All the children in the study group ambulated on their own without assistance (GMFCS I-III). They were patients of the hippotherapy centre who met the inclusion criteria. Only patients qualified for hippotherapy were assessed. The hippotherapy was conducted by qualified, certified equine therapy specialists under additional supervision from a physiotherapist. A saddle seat riding style, face forward, with the horse walking, was used. The aim of the therapy was to support normal locomotion of the patient. A therapeutic session lasted 30 minutes.

The inclusion criteria were as follows: age 5 to 18, unassisted locomotion, at least 6 months since the last dose of botulinum toxin and about 1 year since the last surgery, co-operative.

The exclusion criteria included: too short interval time since the above-mentioned procedures, patient unable to walk unassisted, mental delay preventing normal co-operation.

Kryterium wykluczenia był zbyt krótki czas od ww. interwencji medycznej, brak możliwości samodzielnego chodzenia, opóźnienie umysłowe uniemożliwiające prawidłowy kontakt z dzieckiem.

Badania prowadzone były dwukrotnie: badanie I – wstępne wykonywano przed rozpoczęciem terapii, badanie II – bezpośrednio po sesji hipoterapeutycznej. Podczas pierwszego badania zbierane były podstawowe dane antropometryczne, takie jak: wiek, płeć, wysokość ciała, masa ciała.

Analiza parametrów czasowo-przestrzennych chodu oraz trójwymiarowy wzorzec przyspieszeń tułowia podczas poruszania się zbierane były podczas I i II badania. Parametry cyklu chodu badane były przy pomocy urządzenia DynaPort MiniMod TriAcc (McRoberts B. V., Haga, Holandia). Stosowane jest ono powszechnie w ocenie parametrów chodu czy równowagi [10]. Urządzenie składa się z trzech ustawionych prostopadle akcelerometrów. Akcelerometr DynaPort (62x41x18 mm, masa: 53 g) podczas badania przymocowany jest na kości krzyżowej na wysokości środka ciężkości ciała, przy pomocy specjalnych pasów. Dane zbierane są z częstotliwością próbkowania 100 Hz i zapisywane na karcie pamięci.

Badani proszeni byli o przejście dwukrotne dystansu 12 m po równym podłożu z przyczepionym akcelerometrem DynaPort. Pacjenci chodzili z wybraną przez siebie, najodpowiedniejszą dla nich prędkością.

Uzyskane dane, po wstępnym opracowaniu przy pomocy programu Mira 1,9 (McRoberts B. V., Haga, Holandia) były przesyłane do producenta sprzętu i oprogramowania na specjalną aplikację Gait Monitor (McRoberts B. V., Haga, Holandia) służącą do wykonania obliczeń parametrów chodu.

Parametry chodu, które zostały wzięte pod uwagę w pracy to: szybkość chodu, częstotliwość, długość kroku, czas jego trwania oraz symetria.

Prawni opiekunowie wszystkich badanych dzieci wyrazili zgodę na udział w testach.

Analiza statystyczna

Do weryfikacji różnic między wynikami pomiarów, uzyskanymi podczas badań wstępnych i końcowych, zastosowano test kolejności par Wilcoxon. Wszystkie testy przeprowadzone zostały przy pomocy programu Statistica 9.0, StatSoft, Inc. software. Wyniki testów statystycznych przy standardowym poziomie $p < 0,05$ uznano za istotne statystycznie.

WYNIKI

Analiza zmian zachodzących we wzorcu chodu u dzieci z mpd po sesji hipoterapeutycznej wskazuje na istotnie statystyczną różnicę szybkości chodu obserwowaną między badaniami. Dzieci po sesji hipotera-

The patients were assessed twice. The first, preliminary examination was performed prior to the therapy, and the second one, immediately after the hippotherapy session. Basic anthropometric data, such as age, gender, height and weight were collected during the first examination.

Spatiotemporal parameters of gait and a three-dimensional trunk acceleration pattern during movement were determined before and after a hippotherapy session. The gait cycle parameters were assessed with a DynaPort MiniMod TriAcc device (manufactured by McRoberts B.V., Hague, Holland). Commonly used in the assessment of gait or balance parameters [10], this device consists of three perpendicular accelerometers. A DynaPort accelerometer (62x41x18 mm, weight 53 g) was attached with special straps to the sacral bone at the level of the body center of gravity. Data were collected at the sampling frequency of 100 Hz and stored on a memory card.

The patients were asked to walk a distance of 12 metres twice. They walked on an even surface with a DynaPort accelerometer attached. The patients chose the most appropriate speed of walking for themselves.

After preliminary processing with Mira 1.9 software (manufactured by McRoberts B.V., Hague, Holland), the study data were transferred to the manufacturer of the devices and software so that gait parameter calculations could be performed with a special Gait Monitor application (McRoberts B.V., Hague, Holland).

Walking speed, cadence, step length, stride length and the left-right symmetry were analysed.

The legal guardians of all children consented to their participation in the study.

Statistical analysis

The Wilcoxon signed-rank test was used to verify differences between measurement results obtained during the pre- and post-session examination. All analyses were conducted with Statistica 9.0 software manufactured by StatSoft, Inc. The results of statistical analyses with the standard $p < 0.05$ were considered statistically significant.

RESULTS

The analysis of changes in the gait pattern of CP children after the hippotherapy session indicates a statistically significant difference in the walking speed before and after the session. Post-session walking speed

Tab. 1. Zmiany parametrów chodu po jednej sesji hipoterapeutycznej

Tab. 1. Changes in gait parameters after one session of hippotherapy

Parametry czasowo-przestrzenne chodu / Spatiotemporal gait parameters	p (test Wilcoxon) / p (Wilcoxon test)
liczba kroków / number of steps	0.975
prędkość (m/s) - w stosunku do wartości referencyjnej / speed (in m/s) vs. reference range	0.026
dł. kroku - w stosunku do wartości referencyjnej / step length vs. reference range	0.955
czas kroku - w stosunku do wartości referencyjnej / stride length vs. reference range	0.125
częstotliwość - w stosunku do wartości referencyjnej / cadence vs. reference range	0.055
czas kroku asymetria / stride length asymmetry	0.423
czas kroku asymetria - w stosunku do wartości referencyjnej / stride length asymmetry vs. reference range	0.352

peutycznej chodziły szybciej niż podczas badania początkowego. Zmiany, choć nieistotne statystycznie, obserwowane były również w pozostałych parametrach chodu (Tab. 1)

Uzyskane wyniki porównywane były z wartościami referencyjnymi dla wieku i wzrostu. W badanej grupie zaobserwowano, poza istotnym statystycznie zwiększeniem prędkości chodu, nieistotne statystycznie tendencje poprawy badanych parametrów. Jedynie długości kroku uległa oddaleniu od wartości referencyjnej.

DYSKUSJA

Zgodnie z poglądami licznych autorów celem hipoterapii bądź terapeutycznej jazdy konnej u dzieci chodzących (GMFCS I – III) jest kształtowanie odruchów równowagi oraz koordynacji ruchów, a także indukowanie prawidłowego wzorca chodu [5,11,12]. Odbywa się to zapewne poprzez wyzwalenie podczas jazdy konnej reakcji równoważnych, będących odpowiedzią na powtarzany czynnik ruchowy charakteryzujący się stałym, niezmiennym wzorcem. Pozwala to tłumaczyć wpływ sesji hipoterapeutycznej na sposób poruszania się badanych dzieci. Przeprowadzona hipoterapia powodowała natychmiastowe zmiany wzorca chodu. Wskazuje na to obserwowana poprawa szybkości chodu w badanej grupie. Dodatkowo, stwierdziliśmy pozytywne zmiany symetrii chodu, częstotliwości oraz długości kroku.

Dostępne badania sugerują, że szybkość chodu jest jednym z podstawowych parametrów oceny wydolności pacjenta [13,14]. Udowodnione jest, że dzieci z mpd chodzą wolniej w stosunku do swoich zdrowych rówieśników [15]. Obserwowana przez nas poprawa, jak i zbliżenie do wartości referencyjnej dla wieku tego parametru wskazuje, iż efekty tego rodzaju postępowania uzyskujemy bardzo szybko.

Podobne wyniki uzyskał Bend, który przy pomocy powierzchniowej elektromiografii oceniał aktyw-

was higher than during the preliminary examination. Other gait parameters also changed (Tab. 1). The changes, however, were statistically non-significant.

The results were compared against the reference ranges for age and height. Although all the study parameters tended to improve, only walking speed increased in a statistically significant manner in the study group. Step length was the only parameter that deviated more from the reference ranges.

DISCUSSION

According to numerous authors, the aim of hippotherapy or therapeutic equine riding in ambulatory children (GMFCS I-III) is to develop balance and movement coordination reflexes and induce an appropriate gait pattern [5,11,12]. It is most probably mediated by equilibrium reactions triggered during horseriding as a result of a repeated movement factor in the form of a permanent, unchanging pattern. This may account for the effect of hippotherapy session on the movement patterns of the children in our study. The hippotherapy caused immediate changes in the gait pattern, as evidenced by the improvement in walking speed in the study group. Additionally, we found favourable changes in gait symmetry, cadence and step length.

Available studies suggest that walking speed is a basic parameter in assessment of a patient's physical capacity [13,14]. It has been demonstrated that CP children walk more slowly compared to healthy children of the same age [15]. The improvement observed in our study and the fact that post-session this parameter was close to the reference range for the age indicates that the effects of hippotherapy can be obtained very quickly.

Comparable results were obtained by Bend, who used superficial electromyography to assess the

ność mięśni tułowia i kończyn górnych podczas wykonywania zadań w staniu i chodzeniu przed i po 8 minutowej sesji hipoterapeutycznej. Stwierdził on znaczącą poprawę symetrii w tych grupach mięśniowych, które wykazywały największą asymetrię działania przed hipoterapią [2].

Niewielu badaczy skupiało się na zmianach zachodzących w chodzie na skutek hipoterapii [1,9]. Ponieważ jednym z podstawowych mechanizmów jej skuteczności jest symulacja ruchu miednicy pacjenta zbliżonego do ruchu osoby zdrowej uzasadnionym wydaje się oczekiwanie, iż pozytywne zmiany parametrów czasowo-przestrzennych chodu nie ograniczają się jedynie do poprawy szybkości chodu [5]. Uzyskane podczas badań dane sugerują, że tendencja do normalizacji symetrii chodu, czasu trwania kroku czy częstotliwości kroków jest zauważalna bezpośrednio po zakończeniu sesji hipoterapeutycznej. Wskazane jest wykonanie dalszych prób umożliwiających potwierdzenie utrzymania się tej tendencji oraz określenia szybkości jej narastania.

WNIOSEK

Jednorazowa sesja hipoterapeutyczna może mieć istotny wpływ na normalizację prędkości chodu u dziecka z mózgowym porażeniem.

activity of trunk and arm muscles during standing and walking exercises before and after an 8-minute hippotherapy session. Bend reported a significant improvement of symmetry in those muscle groups which had demonstrated the greatest asymmetry prior to hippotherapy [2].

Few researchers have concentrated on changes in gait patterns as a result of hippotherapy [1,9]. As stimulation of pelvic movement similar to that of a healthy person is one of the basic mechanisms underlying the effectiveness of hippotherapy, it seems justified to expect that favourable changes of spatiotemporal gait parameters are not only limited to walking speed improvement [5]. Data from our study suggest that the tendency towards normalization of gait symmetry, stride length or cadence is noticeable immediately after the completion of a hippotherapy session. Further studies should be carried out to confirm the maintenance of this tendency and to determine the rate of change.

CONCLUSION

A single hippotherapy session may significantly normalise walking speed in cerebrally palsied children.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

- Winchester P, Kendall K, Peters H, Sears N, Winkley T. The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed. *Phys Occup Ther Pediatr* 2002;22:37-50
- Benda W, McGibbon NH, Grant KL. Improvements in muscle symmetry in children with cerebral palsy after equine-assisted therapy (hippotherapy). *J Altern Complement Med*. 2003;9(6):817-25.
- Sterba JA, Rogers BT, France AP, Vokes DA. Horseback riding in children with cerebral palsy: effect on gross motor function. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:301-308.
- Szymczak M. Wpływ zajęć hipoterapeutycznych na rozwój dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Pielęgniarstwo Polskie* 2009;4(34):282-285.
- MacPhail AHE, Edwards J, Golding J, Miller K, Mosier C, Zwiers T. Trunk postural reactions in children with and without cerebral palsy during therapeutic horseback riding. *Pediatr Phys Ther* 1998;10:143-147.
- Casady LR, Nicholas-Larsen DS. The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2004;16(3):165-172.
- Davis E, Davies B, Wolfe R, Raadsveld R, Heine B, Thomason P, Dobson F, Graham HK. A randomized controlled trial of the impact of therapeutic horse riding on the quality of life, health, and function of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2009;51(2):111-119.
- Sterba JA: Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol* 2007;49:68-73.
- McGibbon NH, Andrade CK, Widener G, Cintas HL. Effect of an equine-movement therapy program on gait, energy expenditure, and motor function in children with spastic cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol* 1998;40(11): 754-62.
- Kavanagh JJ, Menz HB. Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. *Gait Posture*. 2008;28(1):1-15.
- Sindler L, Korner-Bitensky N, Kammann C, Warner S, Saleh M. Horseback riding as therapy for children with cerebral palsy: is there evidence of its effectiveness? *Phys Occup Ther Pediatr* 2007;27(2):5-23.
- Lisiński P, Stryła W. Zasady wspomagania hipoterapią leczenia usprawniającego dzieci z mózgowym porażeniem. *Ortop Traumatol Rehabil* 2001;3(4):538-40.
- Samson MM, Crowe A, deVreede PL, Dessens JA, Duursma SA, Verhaar HJ. Differences in gait parameters at a preferred walking speed in healthy subjects due to age, height and body weight. *Aging* 2001;13(1):16-21.
- Studenski S. et al. Gait speed and survival in older adults. *J Am Med Assoc* 2001;305(1):50-58.
- Abel MF, Damiano DL. Strategies for increasing walking speed in diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthoped* 1996; 16(6): 753-758.

Liczba słów/Word count: 2952

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 15

Adres do korespondencji / Address for correspondence

mgr Faustyna Manikowska

Katedra Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu
61-545 Poznań, ul. 28 Czerwca 1956r. 135/147, tel./fax: (61) 831-03-60, e-mail: foka@interia.pl

otrzymano / Received

01.02.2013 r.

Zaakceptowano / Accepted

01.07.2013 r.