

fizjoterapia polska

POLISH JOURNAL OF PHYSIOTHERAPY

OFICJALNE PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZJOTERAPII

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE POLISH SOCIETY OF PHYSIOTHERAPY

NR 2/2022 (22) DWUMIESIĘCZNIK ISSN 1642-0136

**Assessment of general movements
and its relation to gestational age
in preterm infants**

**Ocena ruchów globalnych, a wiek
ciążowy u noworodków
urodzonych przedwcześnie**

Postural stability of children born prematurely in the perinatal risk group
Stabilność posturalna dzieci urodzonych przedwcześnie z grupy ryzyka okołoporodowego

ZAMÓW PRENUMERATE!

SUBSCRIBE!

www.fizjoterapiapolska.pl

www.djstudio.shop.pl

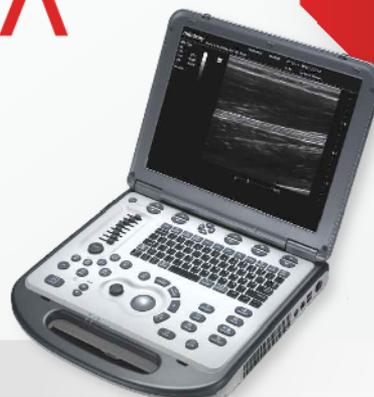
prenumerata@fizjoterapiapolska.pl



mindray

healthcare within reach

ULTRASONOGRAFIA W FIZJOTERAPII



Autoryzowani dystrybutorzy

Mar-Med

+48 22 853 14 11

info@mar-med.pl

Ado-Med

+48 32 770 68 29

adomed@adomed.pl



MAR-MED

OD 1995 ROKU



ADO-MED

APARATURA MEDYCZNA



zabezpiecz się przed potencjalnymi **roszczeniami** pacjentów

program ubezpieczeń dla fizjoterapeutów
pod patronatem PTF

dla kogo?

Zarówno dla fizjoterapeutów prowadzących własną działalność w formie praktyki zawodowej, podmiotu leczniczego jak również tych, którzy wykonują zawód wyłącznie na podstawie umowy o pracę lub umowy zlecenie.

co obejmuje program ubezpieczeń?

- igłoterapie
- zabiegi manualne (mobilizacje i manipulacje)
- leczenie osteopatyczne
- naruszenie praw pacjenta i szkody w mieniu pacjentów

oraz szereg innych rozszerzeń ukierunkowanych na zawód fizjoterapeuty



kontakt w sprawie ubezpieczeń:

Piotr Gnat

+48 663 480 698

piotr.gnat@mentor.pl

[linkedin.com/in/piotrgnat](https://www.linkedin.com/in/piotrgnat)

ubezpiecz się **on-line** na **PTFubezpieczenia.pl**



Zawód
Fizjoterapeuty
dobrze
chroniony

Poczuj się bezpiecznie



INTER Fizjoterapeuci

Dedykowany Pakiet Ubezpieczeń

Zaufaj rozwiązaniom sprawdzonym w branży medycznej.

Wykup dedykowany pakiet ubezpieczeń INTER Fizjoterapeuci, który zapewni Ci:

- ochronę finansową na wypadek roszczeń pacjentów
— **NOWE UBEZPIECZENIE OBOWIĄZKOWE OC**
- ubezpieczenie wynajmowanego sprzętu fizjoterapeutycznego
- profesjonalną pomoc radców prawnych i zwrot kosztów obsługi prawnej
- odszkodowanie w przypadku fizycznej agresji pacjenta
- ochronę finansową związaną z naruszeniem praw pacjenta
- odszkodowanie w przypadku nieszczęśliwego wypadku

Nasza oferta była konsultowana ze stowarzyszeniami zrzeszającymi fizjoterapeutów tak, aby najskuteczniej chronić i wspierać Ciebie oraz Twoich pacjentów.

► Skontaktuj się ze swoim agentem i skorzystaj z wyjątkowej oferty!

Towarzystwo Ubezpieczeń INTER Polska S.A.

Al. Jerozolimskie 142 B

02-305 Warszawa

www.interpolska.pl

inter
UBEZPIECZENIA

NOWOŚĆ W OFERCIE

ASTAR.

PhysioGo.Lite SONO

**NIEWIELKIE URZĄDZENIE
EFEKTYWNA TERAPIA ULTRADŹWIĘKOWA**

Zaawansowana technologia firmy Astar to gwarancja niezawodności i precyzyjności parametrów. Urządzenie, dzięki gotowym programom terapeutycznym, pomaga osiągać fizjoterapeucie możliwie najlepsze efekty działania fal ultradźwiękowych.

Głowica SnG to bezobrotowe akcesorium o dużej powierzchni czopa (17,3 cm² lub 34,5 cm² w zależności od wybranego trybu działania). Znajduje zastosowanie w klasycznej terapii ultradźwiękami, fonoforezie, terapii LIPUS i zabiegach skojarzonych (w połączeniu z elektroterapią).



wsparcie merytoryczne
www.fizjotechnologia.com



ul. Świt 33
43-382 Bielsko-Biała

t +48 33 829 24 40
astarmed@astar.eu

**POLSKI
PRODUKT**  **WYBIERASZ
I WSPIERASZ**

www.astar.pl

Dr. Comfort®



APROBATA
AMERYKAŃSKIEGO
MEDYCZNEGO
STOWARZYSZENIA
PODIATRYCZNEGO

Nowy wymiar wygody.

Obuwie profilaktyczno-zdrowotne
o atrakcyjnym wzornictwie



WYRÓB
MEDYCZNY

**Stabilny, wzmocniony
i wyścielany zapętek**
Zapewnia silniejsze
wsparcie łuku
podłużnego stopy

**Miękki, wyścielany
kołnierz cholewki**
Minimalizuje podrażnienia

Wyścielany język
Zmniejsza tarcie
i ulepsza dopasowanie

Lekka konstrukcja
Zmniejsza codzienne
zmęczenie

**Antypoślizgowa,
wytrzymała podeszwa
o lekkiej konstrukcji**
Zwiększa przyczepność,
amortyzuje i odciąża stopy

**Zwiększona
szerokość i głębokość
w obrębie palców
i przodostopia**
Minimalizuje ucisk
i zapobiega urazom

**Wysoka jakość materiałów
- oddychające siatki i naturalne skóry**
Dostosowują się do stopy,
utrzymują je w suchości
i zapobiegają przegrzewaniu

Trzy
rozmiary
szerokości

Podwyższona
tęgłość

Zwiększona
przestrzeń
na palce

**Ochronna przestrzeń
na palce - brak szwów
w rejonie przodostopia**
Minimalizuje możliwość zranień

WSKAZANIA

- haluksy • wkładki specjalistyczne • palce młotkowate, szponiaste • cukrzyca (stopa cukrzycowa) • reumatoidalne zapalenie stawów
- bóle pięty i podeszwy stopy (zapalenie rozciągniętej podeszwy - ostroga piętowa) • płaskostopie (stopa poprzecznie płaska)
- bóle pleców • wysokie podbicie • praca stojąca • nerwiak Mortona • obrzęk limfatyczny • opatrunki • ortozy i bandaże • obrzęki
- modzele • protezy • odciski • urazy wpływające na ścięgna, mięśnie i kości (np. ścięgno Achillesa) • wrastające paznokcie



ul. Wilczak 3
61-623 Poznań
tel. 61 828 06 86
fax. 61 828 06 87
kom. 601 640 223, 601 647 877
e-mail: kalmed@kalmed.com.pl
www.kalmed.com.pl



www.butydlazdrowia.pl

www.dr-comfort.pl

mindray

healthcare within reach

ULTRASONOGRAFIA

W FIZJOTERAPII



Autoryzowani dystrybutorzy

Mar-Med

+48 22 853 14 11

info@mar-med.pl

Ado-Med

+48 32 770 68 29

adomed@adomed.pl



MAR-MED

OD 1995 ROKU



ADO-MED®

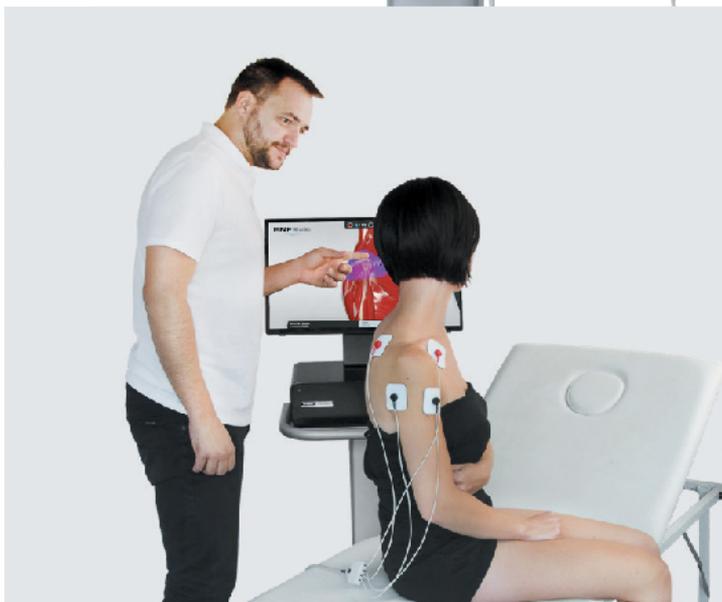
APARATURA MEDYCZNA

Terapia ENF

Kompleksowy system oceny i fizjoterapii

- autoadaptacyjna fizjoterapia
- obiektywna ocena stanu tkanek
- biofeedback w czasie rzeczywistym
- gotowe protokoły terapeutyczne
- wszechstronne zastosowanie
- anatomia 3D
- mapy 3D

www.enf-terapia.pl



WSPARCIE DLA PACJENTÓW PO ZAKOŃCZENIU HOSPITALIZACJI!

Po wypadku lub ciężkiej chorobie pacjenci często nie mogą odnaleźć się w nowej rzeczywistości. W ramach Programu Kompleksowej Opieki Poszpitalnej realizowanego przez ogólnopolską Fundację Moc Pomocy dyplomowani Specjaliści ds. Zarządzania Rehabilitacją (Menadżerowie Rehabilitacji) odpowiadają na wyzwania, z jakimi muszą mierzyć się pacjenci i ich rodziny po zakończonym pobycie w szpitalu.



Pacjent pod opieką specjalistów z Fundacji Moc Pomocy może liczyć na:

- ustalenie potrzeb oraz wskazanie źródeł ich finansowania,
- określenie świadczeń jakie mu przysługują, wskazanie instytucji do których powinien się zgłosić oraz wykaz dokumentów, które należy przedłożyć,
- doradztwo w zakresie doboru odpowiedniego sprzętu niezbędnego do samodzielnego funkcjonowania,
- pomoc w organizacji dalszej rehabilitacji,
- doradztwo w zakresie likwidacji barier architektonicznych w miejscu zamieszkania,
- ustalenie predyspozycji i możliwości powrotu do aktywności zawodowej,
- wsparcie w kontakcie z osobami, które przeszły drogę do sprawności po urazie lub chorobie i pomagają pacjentom na własnym przykładzie (Asystenci Wsparcia)

Wspieramy pacjentów po:

- urazie rdzenia kręgowego
- amputacji urazowej lub na skutek choroby
- udarze mózgu
- urazie czaszkowo-mózgowym
- urazach wielonarządowych



MOC POMOCY
FUNDACJA

**Zadzwoń i zapytaj
jak możemy realizować Program
Kompleksowej Opieki Poszpitalnej dla
pacjentów w Twojej placówce:**

Fundacja Moc Pomocy

Infolinia (+48) 538 535 000
biuro@fundacjamocpomocy.pl
www.fundacjamocpomocy.pl

**Bezpośredni kontakt z Menadżerem
Rehabilitacji: +48 793 003 695**



KALMED
Iwona Renz, Poznań

ARTROMOT®
WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL
WWW.KALMED.COM.PL



SPRZEDAŻ I WYPOŻYCZALNIA ZMOTORYZOWANYCH SZYN CPM ARTROMOT®

Nowoczesna rehabilitacja CPM stawu kolanowego, biodrowego, łokciowego, barkowego, skokowego, nadgarstka oraz stawów palców dłoni i kciuka.



ARTROMOT-H



ARTROMOT-F



ARTROSTIM
FOCUS PLUS

ARTROMOT-K1 ARTROMOT-SP3 ARTROMOT-S3 ARTROMOT-E2

Najnowsze konstrukcje ARTROMOT zapewniają ruch bierny stawów w zgodzie z koncepcją PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation).

KALMED Iwona Renz
ul. Wilczak 3
61-623 Poznań
www.kalmed.com.pl

tel. 61 828 06 86
faks 61 828 06 87
kom. 601 64 02 23, 601 647 877
kalmed@kalmed.com.pl

Serwis i całodobowa
pomoc techniczna:
tel. 501 483 637
service@kalmed.com.pl



Polisa**Med**

program
ubezpieczeń
dla studentów
kierunków medycznych



Drodzy Studenci

szukający artykułów do pracy naukowej.

**Przypominamy o dobrowolnym ubezpieczeniu
OC studentów kierunków medycznych!**

dlaczego warto je mieć?

- ponieważ bywa wymagane w trakcie praktyk, staży czy wolontariatu
- niektóre Uczelnie wymagają je do udziału w zajęciach praktycznych
- działa na całym świecie, a dodatkowo otrzymasz certyfikat w języku angielskim w razie wyjazdu na ERASMUS-a
- wywołuje uśmiech na twarzy Pań z dziekanatów – sami sprawdziliśmy!



posiadamy również w ofercie
**ubezpieczenia dla masażystów
i techników masażystów.**



Polisa**Med**

**kontakt w sprawie
ubezpieczeń:**

+48 56 642 41 82

kontakt@polisa.med.pl

Ubezpiecz się **on-line** na

polisa.med.pl

Influence of exoskeleton therapy on gait parameters in patients with cerebral palsy

Wpływ terapii z wykorzystaniem egzoskieletu na parametry chodu u pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym

Adam Trzyna^{1(A,B,C,D,E,F)}, Anna Brachman^{1(A,C,D)}, Tomasz Łosień^{2(A,B)}, Grzegorz Sobota^{1(A,D,G)}

¹Zakład Biomechaniki, Instytut Nauk o Sporcie, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki, Katowice /

Department of Biomechanics, Institute of Sports Sciences, Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education, Katowice, Poland

²Zakład Fizjoterapii Wieku Rozwojowego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach /

Department of Developmental Age Physiotherapy, Faculty of Health Sciences in Katowice, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

Abstract

Objective. The study presents the results of research aimed at assessing the influence of exoskeleton therapy on the basic spatiotemporal and kinetic parameters of gait in patients with cerebral palsy (CP).

Material and methods. Seventeen patients with CP (II GMFCS) participated in the study. The training program lasted 8 weeks with a two-week break in the middle of the entire cycle (3 weeks – 2 weeks off – 3 weeks). The training session lasted 90 minutes. The patients trained wearing an exoskeleton (Ekso GT) under the supervision of a qualified physiotherapist. The gait analysis was performed on the Zebris FDM-TDL treadmill for the preferred and maximum tolerated velocity, before and after the entire training program.

Results. When walking at maximum tolerated velocity, participants improved velocity, step rate, step length, stride length, and stride time. Contact times have significantly changed for the forefoot, midfoot, and heel areas. The stance phase time for the left and right sides decreased significantly. The above-mentioned parameters for the preferred velocity did not change statistically significantly.

Conclusions. Positive changes were observed for conditions more difficult than the preferred gait. More research is needed in different configurations of intensity, volume and duration of the entire rehabilitation cycle to optimize the rehabilitation program and maximize outcomes.

Key words:

exoskeleton, cerebral palsy (CP), gait analysis, gait re-education

Streszczenie

Cel pracy. Praca przedstawia wyniki badań, których celem była ocena wpływu terapii z użyciem egzoskieletu na podstawowe parametry czasowo-przestrzenne i kinetyczne chodu u pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym (MPD).

Materiał i metodyka. Przebadano 17 pacjentów z MPD (II GMFCS). Program treningowy trwał 8 tygodni z dwutygodniową przerwą w połowie całego cyklu (3 tygodnie – 2 tygodnie przerwy – 3 tygodnie). Sesja treningowa trwała 90 minut. Badani trenowali w egzoskielecie (Ekso GT) pod okiem wykwalifikowanego fizjoterapeuty. Analiza chodu została wykonana na bieżni Zebris FDM-TDL dla prędkości preferowanej i maksymalnej tolerowanej, przed i po zakończeniu całego programu treningowego.

Wyniki. Podczas chodu z maksymalną tolerowaną prędkością uczestnicy poprawili prędkość, częstość kroków, długość kroku i cyklu chodu oraz czas cyklu chodu. Czasy kontaktu istotnie zmieniły się dla obszaru przodostopia, śródstopia i pięty. Czas fazy podporu dla lewej i prawej strony zmalały istotnie. Wyżej wymienione parametry dla prędkości preferowanej nie zmieniły się istotnie statystycznie.

Wnioski. Zaobserwowano pozytywne zmiany dla warunków trudniejszych niż chód preferowany. Potrzebne są dalsze badania w różnych konfiguracjach intensywności, objętości i czasu trwania całego cyklu rehabilitacji w celu optymalizacji programu rehabilitacji i maksymalizacji wyników.

Słowa kluczowe:

egzoskielet, mózgowy porażenie dziecięce (MPD), analiza chodu, reedukacja chodu

Introduction

Cerebral palsy (CP) affects an average of 1.5 to 3.0 newborns per 1,000 births [1]. CP constitutes a group of permanent disorders in the development of posture and movement, causing reduced activity and participation in social life, resulting from non-progressive damage to the developing brain of a foetus or a new-born. CP is often accompanied by disorders of sensation, cognition, communication, perception and/or behaviour and/or epilepsy and secondary disorders of the musculoskeletal system [2]. In CP, brain damage affects the postural reflex mechanism, including muscle tone, coordination, motor patterns, and the sensorimotor system. In turn, these deficits largely affect gait in people with CP [4]. What's more, gait disturbances are considered to be one of the most important consequences of the disease [5]. Since gait is one of the main human mobility functions, its disturbance has a huge impact on social life [6]. Children with CP are less active compared to their healthy peers, and therefore do not achieve the optimal level of daily physical activity [7]. To classify the level of disorders caused by this disease, the Gross Motor Function Classification System (GMFCS) is often used, i.e. a five-level classification system that describes mobility of children with CP with or without auxiliary devices, such as wheelchairs, walkers or crutches [3]. In recent years, robotic assisted gait training (RAGT) has been gaining popularity, especially in the rehabilitation of people with neurological disorders [8]. With the advancement of technology, new possibilities of improving motor skills appear, such as: training with an exoskeleton, Lokomat and GeoSystem systems, training on a treadmill with weights and similar [7]. The main goal of physiotherapy is to work on motor functions and improve independence in everyday life [10]. These factors emphasize the urgent need to develop and apply new effective methods of gait re-education. Despite new technologies appearing on the market, research on the influence of exoskeleton therapy on gait parameters is still insufficient. As exoskeleton therapy becomes increasingly available, the objective of this study was to evaluate the effect of Ekso GT therapy on basic spatiotemporal and kinetic parameters in CP patients.

Material and methods

Seventeen young patients diagnosed with CP participated in the study. The research has been approved by the bioethics committee. All the patients met the inclusion and exclusion criteria. Inclusion criteria were: body weight less than 100 kg, body height at least 1.5 m and hip width at least 46 cm (these are technically required values due to the size of the exoskeleton), age less than 25 years, GMFCS level II, consent to participate in the study (in the case of children, consent of parents or legal guardians).

Exclusion criteria included: inability to walk on a treadmill even supporting oneself on handrails, inability to understand the instructions, undergoing surgery (tenotomy, fibrotomy, KKD osteotomy and rhizotomy), injection of botulinum toxin in the muscles of the lower limbs within 6 months before

the commencement of research, contraindications to exoskeleton therapy (contractures in the knee joint above 20 degrees, significant foot deformities, advanced osteoporosis, drug-resistant epilepsy, skin lesions around the trunk and lower limbs, or cardiological contraindications for gait training).

The mean age was 19.29 ± 3.99 (range 12–24), the mean height was 1.66 ± 0.11 m (range 1.51–1.75 m), and the mean body weight was 62.7 ± 15.99 kg (range 42–98 kg).

The participants trained using the Ekso GT exoskeleton (Fig. 1). Their stay lasted 8 weeks according to the following scheme: 3 weeks of training, 2 weeks off, 3 weeks of training. Patients exercised 5 times a week. The training session lasted 90 minutes and consisted of exoskeleton assisted gait training and additional exercises. The part with the exoskeleton lasted 60 minutes (including 15 minutes of preparation). While walking, the exoskeleton parameters (step length, step height, stance phase, swing phase) were adjusted to the patient's abilities. After the main part, the patients performed resistance and stretching exercises for 30 minutes, which were carried out in the same pattern for all participants and adapted to their abilities.



Fig. 1. Exoskeleton. Source: own work



Fig. 2. Zebris treadmill. Source: own work

All patients underwent a gait test at the preferred and maximum tolerated velocity. Each attempt lasted 30 seconds and was carried out on the FDM-TDL rehabilitation treadmill with an integrated platform for measuring pressure of the feet on the ground (Fig. 2). The patients walked barefoot. The testing fre-

quency was 100 Hz. The preferred gait velocity was constant before and after treatment. The time to establish the preferred velocity (approx. 4-5 minutes) was also the time of adaptation to the treadmill conditions [11–14]. In order to determine the maximum velocity, velocity was correspondingly increased by 0.5 km/h until the patient commented that this was the maximum velocity with which he/she could safely walk. The following spatiotemporal parameters were analysed: step length – distance measured from the heel of one foot to the heel of the other foot (cm); normalized step length (ratio of step length to lower limb length); left and right stance phase – time of contact of the foot with the ground (sec); forefoot contact time (sec); midfoot contact time (sec); heel contact time (sec); step width – distance between both feet (cm); step rate (steps/min); velocity (km/h); stride length – left step length + right step length (cm); stride time (sec); asymmetry of stance phases (difference in the time of the stance phases of both limbs) and kinetic variables: maximum pressure force of the forefoot (% of body weight (BW)); maximum pressure force of the midfoot (% BW) and maximum pressure force of the heel (% BW). The variables were analysed separately for the left and right feet.

The STATISTICA software version 13.3 was used for data analysis. After positive verification of the normality of the distribution of variables, the Student's t-test was used for dependent samples. The significance level for all tests was < 0.05 . The size of the effect was determined using Cohen's d, where $d = 0.2$ is a small, $d = 0.5$ is a medium, and $d = 0.8$ is a great effect [15].

Results

After therapy, a significant increase in the maximum tolerated velocity was observed: $p = 0.01$, $d = -0.73$ (Fig. 3). Under these conditions, the step length, the stride and the normalized step length increased significantly (Table 2), as did the frequency of steps: $p = 0.01$, $d = -0.69$ (Fig. 4). After therapy, the mean contact times decreased significantly in individual foot areas (Table 1), while the stance phase of the left limb ($p = 0.02$, $d = 0.64$), the right limb ($p = 0.02$, $d = 0.64$) (Fig. 5) and the stride time ($p = 0.01$, $d = 0.67$, Fig. 6) decreased. The mean asymmetry

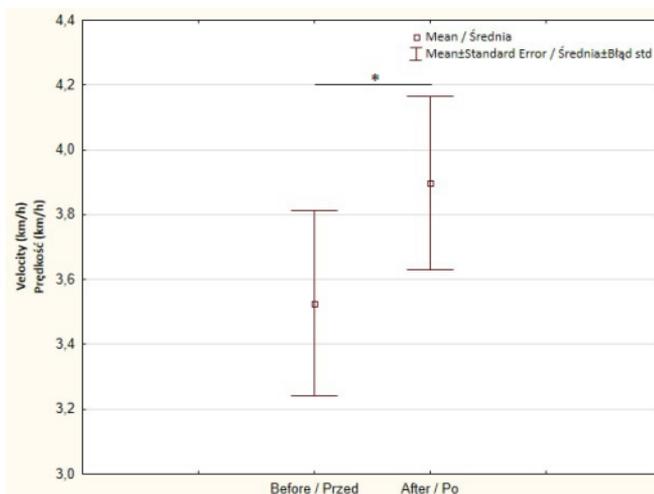


Fig. 3. Mean velocity \pm standard error (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of treatment

of the stance phases decreased statistically ($p = 0.044$, $d = 0.63$). Step width ($p = 0.20$), left swing phase ($p=0.84$) and right swing phase ($p = 0.49$), as well as the stance phase of the left ($p = 0.50$) and right limb ($p = 0.83$) did not change (Table 2). Also in the case of kinetic variables (Table 3), no significant changes were observed. There were no significant differences in gait at the preferred velocity.

Table 1. Mean contact times in individual foot areas ± standard deviation (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of therapy, * $p < 0.05$

Variable	Limb	Before	After	D-Cohen
Forefoot contact time [sec]	Prawa / Right	0.71 ± 0.17	0.66 ± 0.12 *	0.58
	Lewa / Left	0.72 ± 0.18	0.66 ± 0.12 *	0.62
Midfoot contact time [sec]	Prawa / Right	0.60 ± 0.14	0.56 ± 0.12 *	0.64
	Lewa / Left	0.61 ± 1.15	0.56 ± 0.10 *	0.68
Heel contact time [sec]	Prawa / Right	0.39 ± 0.18	0.35 ± 0.15 *	0.69
	Lewa / Left	0.41 ± 0.17	0.36 ± 0.14 *	0.58

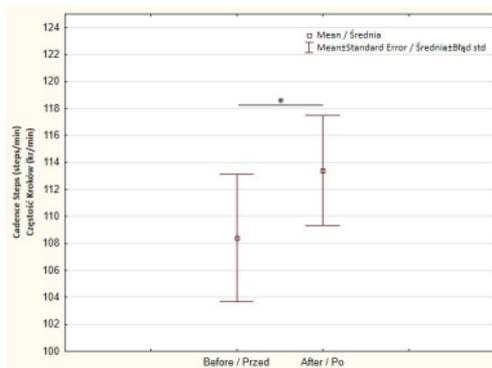


Fig. 4. Mean step rate ± standard error (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of treatment

Table 2. Means of spatiotemporal variables ± standard deviation (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of therapy, * $p < 0.05$

Zmienna / Variable	Kończyna / Limb	Przed / Before	Po / After	D-Cohen
Step length [cm]	Right	55.35 ± 12.38	58.39 ± 11.99 *	-0.61
	Left	51.64 ± 12.47	55.74 ± 12.60 *	-0.72
Normalized step length	Right	0.63 ± 0.15	0.68 ± 0.15 *	-0.58
	Left	0.68 ± 0.15	0.71 ± 0.15 *	-0.70
Swing phase [sec]	Right	0.40 ± 0.06	0.39 ± 0.06	0.35
	Left	0.38 ± 0.04	0.38 ± 0.04	0.12
Single limb support [sec]	Right	0.38 ± 0.04	0.38 ± 0.04	0.12
	Left	0.40 ± 0.06	0.39 ± 0.06	0.35
Step width [cm]		15.34 ± 4.16	15.91 ± 4.42	-0.26
Stride Length [cm]		106.99 ± 23.54	114.13 ± 23.53 *	-0.71

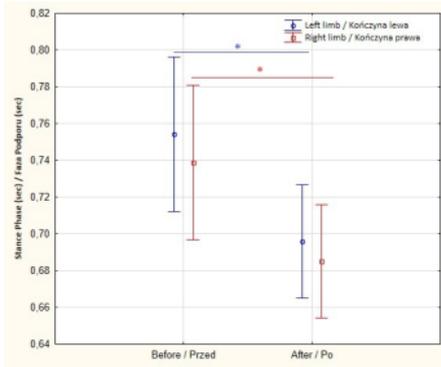


Fig. 5. Comparison of the left and right stance phase ± standard error (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of therapy

Table 3. Means of kinetic variables ± standard deviation (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of therapy, *p < 0.05

Zmienna / Variable	Kończyna / Limb	Przed / Before	Po / After	D-Cohen
Maximum force forefoot [% BW]	Prawa / Right	73.55 ± 19.54	78.85 ± 22.65	-0.45
	Lewa / Left	77.89 ± 14.94	80.31 ± 19.86	-0.24
Maximum force midfoot [% BW]	Prawa / Right	35.74 ± 18.74	33.94 ± 18.85	0.15
	Lewa / Left	34.11 ± 15.81	33.95 ± 17.16	0.02
Maximum force heel [% BW]	Prawa / Right	47.95 ± 23.65	51.77 ± 27.38	-0.23
	Lewa / Left	54.93 ± 19.14	60.36 ± 22.55	-0.45

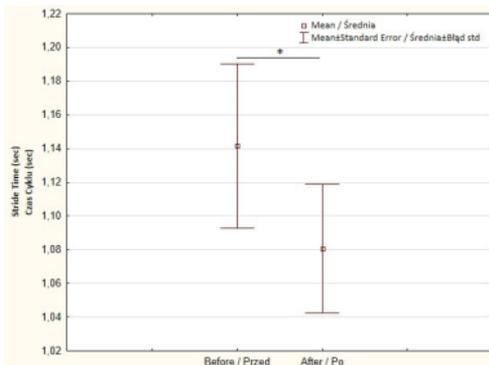


Fig. 6. Mean cycle time ± standard error (under maximum gait velocity conditions) before and after 8 weeks of therapy

Discussion

During the experiment, a significant effect of therapy using the Ekso GT exoskeleton on gait parameters was observed. Spatiotemporal and kinetic variables were analysed. The patients increased their maximum velocity as well as selected spatiotemporal parameters after therapy with the exoskeleton. When walking under the preferred conditions, the patients had a constant set gait velocity before and after therapy; they could not change it, however, gait structure under these conditions did not change significantly.

In the studies conducted by Matsuda et al. [16], the authors observed an inverse correlation. They showed a significant increase in step frequency and gait velocity under the preferred conditions. On the other hand, under the conditions of gait at maximum

velocity, the patients did not increase their step length or the maximum velocity. The different results can be explained by several factors. It is true that in this study [16] the authors used a therapy similar to Ekso GT (The Hybrid Assistive Limb, HAL, lower limb type), but the training program was different (volume and frequency). Moreover, a different research methodology was used. Literature shows that gait on a treadmill is different from gait on the ground (17, 18). In the studies conducted by Matsuda et al. [16] the spatiotemporal parameters were obtained from the 10-meter corridor test (preferred and maximum velocity), not on a treadmill as in the present study. Moreover, the patients could not change gait velocity on the treadmill, they walked at the same predetermined preferred velocity before and after therapy. However, they could change the maximum velocity, which happened, as well. In other studies [19], the authors showed an improvement in gait of patients training wearing a gait orthosis (Gait Trainer GT I) compared to the control group (classic rehabilitation). Their training program covered 10 sessions (5 days/week). Here, a 10-meter corridor test was also used to obtain the results, but only at the preferred velocity. The experimental group showed a significant improvement in gait velocity and step length, but the step frequency did not increase statistically significantly. As before, the reason for the discrepancy in the results from the present experiment may be the conditions of testing the parameters (treadmill vs. corridor test). Another factor may be a different training procedure, which additionally assumed a reduction of the strain on the body from 30% to full load and increasing gait velocity with subsequent trainings. In the present study, strain on the body during training was not reduced. Another study [20] compares the effects of backward gait training and forward gait training on the spatiotemporal parameters of gait in children with CP. The training program lasted 12 weeks (3 times a week). Both groups were subjected to an hour of conventional physiotherapy and 25 minutes of treadmill training walking forward (control group) and backward (experimental group). The experimental group improved step length, velocity, step rate, stance phase and swing phase as a percentage. Perhaps it was the longer duration of the entire training program and the longer breaks between sessions that had a positive effect on gait adaptation under the conditions of the preferred velocity, which was not observed in the present study.

Conclusions

The lack of changes when walking at the preferred velocity constitutes an interesting discovery. A possible explanation is that the end conditions (gait velocity) were the same as during the study, and this may not be sufficient for adaptation changes to appear in the patients. Another possible reason is that in the third week of the rehabilitation program, some patients reported fatigue, which may indicate excessive intensity. More research is needed on a larger group and in different configurations of intensity, volume and duration of the entire rehabilitation cycle in order to optimize them.

Adres do korespondencji / Corresponding author

Adam Trzyna

e-mail: 3na-adam@wp.pl

Piśmiennictwo/ References

1. Sadowska, M., Sarecka-Hujar, B., & Kopyta, I. (2020). Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options.
2. Bax, M., Frcp, D. M., Rosenbaum, P., Dan, B., Universitaire, H., Fabiola, R., Rosenbaum, P. (2005). Review Proposed definition and classification of cerebral palsy. Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy, (April 2005), 571–576.
3. Paulson, A., & Vargus-adams, J. (2017). Overview of Four Functional Classification Systems Commonly Used in Cerebral Palsy. <https://doi.org/10.3390/children4040030> <https://doi.org/10.2147/NDT.S235165>
4. Zhou, J., Butler, E. E., & Rose, J. (2017). Neurologic correlates of gait abnormalities in cerebral palsy: Implications for treatment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(March), 1–20.
5. Aycardi, L. F., Cifuentes, C. A., Múnera, M., Bayón, C., Ramírez, O., Lerma, S., Rocon, E. (2019). Evaluation of biomechanical gait parameters of patients with Cerebral Palsy at three different levels of gait assistance using the CPWalker. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, 16 (1), 1–9.
6. Armand, S., Decoulon, G., & Bonnefoy-Mazure, A. (2016). Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Reviews*, 1 (12), 448–460.
7. Digiacomio, F., Tamburin, S., Tebaldi, S., Pezzani, M., & Tagliaferro, M. (2019). Improvement of motor performance in children with cerebral palsy treated with exoskeleton robotic training : A retrospective explorative analysis, 37, 239–244. <https://doi.org/10.3233/RNN-180897>
8. Lefmann, S., Russo, R., & Hillier, S. (2017). The effectiveness of robotic-assisted gait training for paediatric gait disorders: systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 14 (1).
9. Flux, E., Krogt, M. M. Van Der, Cappa, P., Petrarca, M., & Desloovere, K. (2020). Human Movement Science The Human Body Model versus conventional gait models for kinematic gait analysis in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 70 (February), 102585. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102585>
10. Carvalho, I., Pinto, S. M., Chagas, D. das V., Praxedes dos Santos, J. L., de Sousa Oliveira, T., & Batista, L. A. (2017). Robotic Gait Training for Individuals With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98 (11), 2332–2344.
11. England, S. A., & Granata, K. P. (2007). The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. *Gait and Posture*, 25 (2), 172–178.
12. Dingwell, J. B., & Marin, L. C. (2006). Kinematic variability and local dynamic stability of upper body motions when walking at different speeds. *Journal of Biomechanics*, 39 (3), 444–452.
13. Nagano, H., Begg, R. K., Sparrow, W. A., & Taylor, S. (2013). A Comparison of Treadmill and Overground Walking Effects on Step Cycle Asymmetry in Young and Older Individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, 29 (2), 188–193.
14. Brachman, A., Sobota, G., Marszałek, W., Pawłowski, M., Juras, G., & Bacik, B. (2020). Plantar pressure distribution and spatiotemporal gait parameters after the radial shock wave therapy in patients with chronic plantar fasciitis. *Journal of Biomechanics*, 105(April), 109773. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109773>
15. Cohen, J., 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. NY Routledge Acad, New York.
16. Matsuda, M., Iwasaki, N., Mataka, Y., Mutsuzaki, H., Yoshikawa, K., Takahashi, K., Tomita, K. (2018). Robot-assisted training using Hybrid Assistive Limb® for cerebral palsy. *Brain and Development*, 40(8), 642–648. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2018.04.004>
17. Riley, P. O., Paolini, G., Della Croce, U., Paylo, K. W., & Kerrigan, D. C. (2007). A kinematic and kinetic comparison of overground and treadmill walking in healthy subjects. *Gait and Posture*, 26(1), 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.07.003>
18. Wearing, S. C., Reed, L. F., & Urry, S. R. (2013). Agreement between temporal and spatial gait parameters from an instrumented walkway and treadmill system at matched walking speed. *Gait and Posture*, 38 (3), 380–384. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.12.017>
19. Smania, N., Bonetti, P., Gandolfi, M., Cosentino, A., Waldner, A., Hesse, S., Munari, D. (2011). Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90 (2), 137–149. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318201741e>
20. Abdel-Aziem, A. A., & El-Basatiny, H. M. Y. (2017). Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 31 (6), 790–797. <https://doi.org/10.1177/0269215516656468>