

# Zachowanie się stóp i kolan podczas chodu pod wpływem dodatkowych środków usprawniania dzieci z zespołem mózgowego porażenia dziecięcego

## Foot and Knee Behaviour During Gait in Response to the Use of Additional Means of Treatment in Cerebral Palsied Children

Krzysztof Czupryna<sup>(A,B,C,D,F)</sup>, Janusz Nowotny<sup>(A,D,E)</sup>

Zakład Fizjoterapii Wyższej Szkoły Administracji, Bielsko-Biała  
Division of Physiotherapy, Higher School of Administration, Bielsko-Biała

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Prawidłowy chód człowieka charakteryzują zmiany ustawień kątowych kolana i stopy powodujące, że chód jest sprawny i nie wymaga nadmiernego wydatku energetycznego. U dzieci z m.p.dz. wzajemne relacje stopa-kolano są zaburzone, głównie z powodu występujących patologicznych synergizmów. Dlatego poszukuje się sposobów poprawy tego stanu rzeczy. Celem pracy było sprawdzenie czy i na ile zastosowanie toksyny botulinowej lub gipsów hamujących zmienia zachowanie się kompleksu stopa-kolano podczas chodu dzieci z m.p.dz.

**Material i metody.** Badaniami objęto 34 dzieci z m.p.dz. (z niedowładem połowicznym) w wieku 7-14 lat, które osiągnęły zdolność samodzielnego chodzenia. Wszyscy byli usprawniani metodą NDT-Bobath. U 16 zastosowano gipsy hamujące, a u 18 toksynę botulinową. Przed zastosowaniem tych środków oraz miesiąc później oceniano chód. Do badań wykorzystano ultradźwiękowy system CMS-HS do trójwymiarowej analizy chodu firmy Zebris.

**Wyniki.** Poza asymetrią chodu u wszystkich stwierdzono różnie nasilone nieprawidłowości w obrębie kompleksu stopa-kolano. Po leczeniu w obu podgrupach poprawiła się symetria chodu, a korzystniej zmieniły ustawienia stopy w środkowym okresie fazy podporu. Po zastosowaniu gipsów hamujących zmiany takie stwierdzono też w okresie pierwszego kontaktu stopy z podłożem. W obrębie kolana większą poprawę zanotowano po zastosowaniu Btx-A.

**Wnioski.** Zastosowanie toksyny botulinowej lub gipsów hamujących przynosi poprawę parametrów chodu dzieci z m.p.dz. Poprawa ta jest indywidualnie różnicowana, widoczna w różnych okresach fazy podporu, ale podobna po zastosowaniu obu tych środków. Jednoczesne uzyskanie poprawy w obrębie kolana i stopy jest trudne.

**Słowa kluczowe:** m.p.dz., toksyna botulinowa, gipsy hamujące, chód

### SUMMARY

**Background.** Physiological human gait is characterized by changes of foot and knee angle that make the gait efficient and not require excessive energy expenditure. In cerebral palsied children, the foot-knee relationship is disturbed by pathological synergies. Therefore, ways to improve this situation are sought. The aim of the study was to verify whether and how well the use of botulinum toxin or inhibitive casts alters the behaviour of the foot-knee complex in cerebral palsy gait.

**Material and methods.** The study involved 34 hemiparetic children with cerebral palsy aged 7-14 years who were able to walk unassisted. Neurodevelopmental treatment according to the NDT-Bobath method was given to all the children. Two groups were formed. In the first group of 16 children, inhibitive castings were used. The second group of 18 children received Btx-A injections. Gait analysis was performed at baseline and one month after administering these additional treatments. The CMS-HS ultrasonic system (Zebris) was used for three dimensional gait analysis.

**Results.** Apart from the pattern asymmetry characteristic of a hemiplegic gait, various pronounced abnormalities of the foot-knee complex were observed. Following treatment, gait symmetry improved in both groups as did the position of the hemiparetic foot in midstance. In the inhibitive casting groups, similar improvements were also observed in the initial contact phase. Greater improvement in knee was noted in the Btx-A group.

**Conclusions.** Btx-A injections or inhibitive casts improve gait parameters in cerebral palsied children. This improvement is individual and seen in different stages of the support phase, but of similar magnitude following the use of either treatment. Achieving simultaneous improvement in the knee and foot is difficult.

**Key words:** cerebral palsy, botulinum toxin, inhibitive casts, gait

## WSTĘP

Charakterystyczne dla mózgowego porażenia dziecięcego (m.p.dz.) zaburzenia ruchowe nie omijają lokomocji dziecka. Część tych dzieci ma znaczące ograniczenia możliwości przemieszczania się w przestrzeni, ale jest też i część, która osiąga zdolność samodzielnego chodzenia, jednakże w tych ostatnich przypadkach zawsze mamy do czynienia z mniej lub bardziej nasilonymi nieprawidłowościami chodu i wynikającymi z tego utrudnieniami. Jeśli nie ma przeszkód mechanicznych (przykurczy i/lub deformacji), utrudnienia te wynikają z typowych dla m.p.dz. patologicznych synergizmów, uniemożliwiających izolowane ruchy w poszczególnych stawach łańcucha biokinematycznego [1,2]. Istotne miejsce zajmuje tutaj zaburzenie współdziałania ruchów stopy z ruchami kolana.

Podczas chodu w pewnych wycinkach fazy podporu, dla wyeliminowania nadmiernych pionowych ruchów środka ciężkości ciała, konieczne jest pewne zgięcie kolana (III i V wyznacznik chodu), ale nadmierne zgięcie, podobnie jak nadmierny wyprost, utrudniają chód [3,4]. Zgięcie to jest również potrzebne w fazie przenoszenia, by stopa nie zahaczała o podłoże. Ruchy stopy odgrywają natomiast istotną rolę podczas jej przetaczania – jako trzy tzw. rockery. Ustawienia stopy w fazie podporu wpływają na funkcjonowanie wyżej położonych segmentów ciała, w tym także kolana. Podczas przetaczania stopy zmieniają się wzajemne ustawienia stawu kolanowego i skokowego. Powoduje to zmianę wielkości i przebiegu wektora sił reakcji podłoża względem osi obrotu tych stawów. Działanie tych sił na oba stawy jest na tyle sprzężone, że rozpatruje się je w postaci tzw. kompleksu stopa-kolano (ang. plantar flexion-knee extension couple). Zmiany przebiegu wektorów wyżej wymienionych sił generują natomiast potrzebę większego zaangażowania mięśni antygravitacyjnych, zwłaszcza mięśnia czworogłowego uda, co w ramach dominującego synergizmu zgięciowego często występującego u dzieci z m.p.dz. nie jest sprawą łatwą [4,5].

Zasadniczym sposobem leczenia dzieci z m.p.dz. jest usprawnianie. Dla jego potrzeb wypracowano wiele metod, a jedną z preferowanych obecnie jest metoda NDT-Bobath. Jednym z jej elementów jest hamowanie, które obejmuje również łagodzenie patologicznych synergizmów [2,6]. Niezależnie od tego poszukuje się też dodatkowych środków, których stosowanie ma na celu ułatwienie usprawniania i zwiększenie jego efektywności. Do powszechnie stosowanych w tym celu środków należą toksyna botulinowa oraz gipsy hamujące [2,7].

## BACKGROUND

Motor disorders associated with cerebral palsy do not spare the child's locomotion ability. Some children experience considerable mobility limitations, but there is also a group of children who achieve independent walking. These children, however, always present with more or less marked gait disorders and associated difficulties. If there are no mechanical obstacles (contractures or/and deformities), these difficulties result from pathological synergies typical for cerebral palsy which preclude isolated movements in individual joints forming the biokinematic chain [1,2]. Disorders of foot and knee movement cooperation are particularly important.

During gait, in some stages of the support phase, some degree of knee flexion (3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> gait determinant) is necessary to eliminate vertical movements of the body's centre of gravity, but excessive flexion as well as excessive extension make walking difficult [3,4]. This flexion is also necessary in the swing phase, so that the foot does not touch the ground. Foot movements play an important role during the rocking phase, as three so-called rockers. The foot position in the support phase influences the functioning of more superiorly located segments of the body, including the knee. The mutual alignment of the knee and ankle joints changes during the rocking of the foot, causing a change of the magnitude and trajectory of the reaction force vector relative to the rotation axis of these joints. The action of these forces on both joints is mutually dependent to such an extent that they are described as the foot knee complex, or plantar flexion-knee extension couple. Changes of trajectory of the vectors of these forces, in turn, generate the necessity of more intense involvement of antigravity muscles, especially the quadriceps, which is not easy to achieve with a dominant flexion synergy frequently occurring in cerebral palsied children [4,5].

The main method of treating children with cerebral palsy is physical treatment. Among the many methods developed to this end, one of the most popular nowadays is the NDT-Bobath method. One of its elements is inhibition, which also involves the alleviation of pathological synergies [2,6]. Additional solutions are also sought independently in order to facilitate rehabilitation treatment and increase its efficacy. Botulinum toxin and inhibitive casts are commonly used for this purpose [2,7].

The main use of casting is not only for immobilisation or correction (treatment of deformities). The term "inhibitive casts" was introduced at the turn of the 1970's in order to distinguish this new use from orthopedic casts which are described as correction

Wspomniane gipsy nie służą zwykłemu unieruchomieniu czy korekcji (leczeniu deformacji). Do piśmiennictwa już dość dawno (na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych) wprowadzono pojęcie „gipsów hamujących”, aby odróżnić je od gipsów stosowanych w innym celu w ortopedii. Te ostatnie w języku klinicznym określane są m.in. jako gipsy korekcyjne stopowo-goleniowe lub gipsy marszowe, natomiast funkcja gipsów hamujących jest inna [8]. Nie służą one korekcji. Nawet w przypadku dzieci z niedowładem połowicznym zakładane są zawsze na obie kończyny dolne. Ponieważ stosowane są one nawet u niechodzących dzieci to nie pełnią one też roli gipsów marszowych. Gipsy te zostały wprowadzone do praktyki rehabilitacyjnej przez terapeutów NDT-Bobath. Eliminują one podeszwowe zgięcie stopy, przez co łagodzą (hamują) patologiczny synergizm wyprostny kończyny dolnej i w ten sposób ułatwiają usprawnianie. Dzięki tym gipsom jest też stałe ustawienie punktów kluczowych umiejscowionych w obrębie stóp, co zgodnie z koncepcją NDT-Bobath stwarza dogodne warunki do pracy zarówno nad zmianą wzorca postawy i ruchu, jak i rozkładu napięcia mięśniowego [9,10].

Racjonalne stosowanie środków fizjoterapii wymaga przede wszystkim identyfikacji nieprawidłowości. Konieczne jest także okresowe sprawdzanie skuteczności zastosowanego leczenia. Służą temu m.in. coraz popularniejsze obecnie kompleksowe badania chodu, a wśród nich trójpłaszczyznowe oceny kinematycznych parametrów chodu [1,11,12]. W oparciu o nie Winter, Gage, Rodda, Becher i inni scharakteryzowali zaburzenia chodu dzieci z m.p.dz., a wśród nich także zaburzenia towarzyszące niedowładom połowicznym [13-15]. W opisach tych przedstawiono także problem funkcjonowania kompleksu stopa-kolano. Analiza tego kompleksu brana jest pod uwagę głównie w kontekście doboru łuski AFO czy oceny skuteczności leczenia operacyjnego [16,17]. Analiza taka może być jednak również przydatna dla samego usprawniania, jak i stosowania środków ułatwiających to usprawnianie.

Celem pracy było sprawdzenie, czy i na ile zastosowanie dodatkowych środków terapii pod postacią toksyny botulinowej (Btx-A) lub gipsów hamujących wpływa na funkcjonowanie kompleksu stopa-kolano podczas chodu dzieci z hemiparetyczną postacią m.p.dz.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 34 dzieci z m.p.dz. (z niedowładem połowicznym) w wieku 7-14 lat ( $X=9,6\pm 1,8$ ). Dzieci te były diagnozowane przez lekarzy specjali-

foot casts or walking braces in the language of clinical medicine. The function of inhibitive casts is different [8]. They are not used for correction. They are always applied to both lower limbs even in children with hemiparesis. Because they are applied even in children who do not walk, they do not play the role of walking braces. These casts were introduced into rehabilitation practice by NDT-Bobath therapists. They eliminate plantar flexion and thus reduce (inhibit) pathological extension synergism of the lower limb to facilitate treatment. These casts also ensure a fixed distribution of key points on the foot which, according to the NDT-Bobath conception, creates favorable conditions for work either on the change of posture and movement pattern or muscle tone distribution [9,10].

Rational use of physiotherapy techniques primarily relies on the identification of abnormalities. It is also necessary to periodically review the efficacy of rehabilitation treatment. One means to accomplish this goal is by comprehensive examination of gait, which is becoming increasingly popular nowadays and includes, among others, three-dimensional assessment of gait kinematic parameters [1,11,12]. On this basis, Winter, Gage, Rodda, Becher and others have described gait disorders in children with cerebral palsy, including disorders associated with hemiparesis [13-15]. The problem of functioning of the foot-knee complex was also included in these studies. Analysis of this complex is considered primarily in the context of AFO adjustment or surgery efficacy assessment [16,17]. The analysis can be also helpful for rehabilitation and employing means which facilitate rehabilitation.

The aim of the study was to verify whether and how well the use of additional means of treatment such as botulinum toxin (Btx-A) and inhibitive casts influences foot-knee complex functioning during gait of hemiparetic children.

## MATERIAL AND METHODS

The study involved 34 children with cerebral palsy (hemiparesis) aged 7-14 years ( $X=9.6\pm 1.8$ ). The children were diagnosed by paediatric neurologists

stów neurologii dziecięcej województwa śląskiego. Nie było specjalnych kryteriów kwalifikacyjnych, lecz byli to kolejni zgłaszający się do leczenia pacjenci zakwalifikowani przez lekarzy prowadzących do leczenia toksyną botulinową lub gipsami hamującymi.

Warunkiem włączenia do badań była zdolność utrzymywania pionowej pozycji i samodzielnego chodzenia po płaskim podłożu. Drugim warunkiem był brak wcześniejszego stosowania dodatkowych środków terapii w postaci tzw. gipsów hamujących czy toksyny botulinowej oraz brak wcześniejszego leczenia operacyjnego. Z badań wyłączone zostały również dzieci ze znaczącymi deformacjami i nierównością kończyn dolnych powyżej 1,5 cm oraz z przykurczami statycznymi w obrębie stawu biodrowego, kolan i stopy o wartości większej niż 10 stopni. W tym celu wykorzystano wykonywane w wolnym tempie testy Thomasa, pomiaru kąta podkolanowego w pozycji supinacyjnej z stawem biodrowym ustawionym w zgięciu i test Silfverskiolda z wyprostowanym i zgiętym stawem kolanowym [18].

Wszystkie badane dzieci były samodzielne i należały do I i II poziomu zdolności ruchowej wg skali GMFCS (Gross Motor Function Classification System) [19]. Wszystkie dzieci były usprawniane metodą NDT-Bobath [6].

Stosownie do skierowania lekarskiego badanych podzielono na 2 podgrupy. Pierwszą stanowiło 16 dzieci o średniej wieku  $X=9,75\pm 2,11$ , u których zastosowano gipsy hamujące. Gipsy te stosowano wg powszechnie przyjętej techniki [8,9]. Były to gipsy zakładane na obydwie kończyny na okres 2 tygodni do wysokości ok. 2/3 podudzia. W drugiej grupie było 18 dzieci w wieku  $X=9,9\pm 1,52$ , diagnozowanych

from the region of Silesia, Poland. No special qualification criteria were used but those children were consecutive patients referred for botulinum toxin or inhibitive cast treatment by their doctors.

One enrolment criterion was the ability to maintain an upright position and walk unassisted on flat ground. Another criterion was no previous use of additional means of treatment such as inhibitive casts or botulinum toxin and no previous surgery. Children with meaningful deformations, lower limbs length disproportion more than 1,5 cm and static contractures in the hips, knees and feet of more than 10 degrees were excluded from the examination. The presence of contractures was assessed with the Thomas test in slow motion, popliteal angle measurement in the supine position with the hip in flexion, and the Silfverskiold test with a flexed and extended knee joint [18].

All children were independent of the help of others and were classified as level I and II of motor function on the GMFCS scale (Gross Motor Function Classification System) [19]. All children were treated according to NDT-Bobath method [6].

The children were divided into two subgroups according to the referral letters. The first group included 16 children of average age of  $X=9.75\pm 2.11$  who were subjected to inhibitive casting. The casts were applied in accordance with a commonly accepted technique [8,9]. The casts were applied to both limbs for a period of two weeks to the height of approximately 2/3 of the shank. The second group consisted of 18 children aged  $X=9.9\pm 1.52$ , diagnosed and treated with Btx-A in the Paediatrics and Child Neurology Department of the Silesian Medical Uni-



Ryc. 1. Dziecko z m.p.dz. w trakcie ćwiczeń w podkolanowych gipsach hamujących  
Fig. 1. Cerebral palsied child during therapy with below-knee inhibitive casts

i leczonych Btx-A w Klinice Pediatrii i Neurologii Wzrostu i Rozwoju Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Stosowano preparat Botox w dawce 3-5 j/kg masy ciała lub Dysport w dawce 12-20 j/kg masy ciała. Toksynę botulinową podawano do tylnej grupy mięśni podudzia.

Przed zastosowaniem tych środków oraz cztery miesiące później oceniano chód. W tym okresie każde dziecko było nadal usprawniane, a w doborze ćwiczeń uwzględniono wyniki pierwszego badania. Badania wykonano podczas chodu z prędkością 2 km/godz. na bieżni ruchomej firmy Kettler, z wykorzystaniem ultradźwiękowego systemu CMS-HS do trójplaszczynowej analizy chodu firmy Zebris. Analizie poddano parametry dotyczące zgięcia stopy i kolana w trzech okresach fazy podporu – na jej początku (ang. initial contact – IC), podczas pełnego obciążenia stopy w momencie, w którym stopa przenoszona kończyny dolnej mijała stopę kończyny dolnej znajdującej się w fazie podporu (ang. mid stance – MST) oraz w końcowym okresie fazy podporu, kiedy przeciwna kończyna rozpoczynała kontakt z podłożem (ang. terminal stance – TST).

Zbadano też 20 osobową grupę dzieci zdrowych, w której rozkład wieku był zbliżony do rozkładu wieku badanych z m.p.dz. Zwykle indywidualne wyniki porównuje się z tzw. wstęgą normy. Ponieważ brane pod uwagę parametry u różnych osób, a zwłaszcza w przypadku chodu patologicznego, przypadają na inny fragment cyklu chodu, konieczne stało się porównywanie wyników do grupy kontrolnej w identycznych momentach cyklu chodu, tzn. w momencie przyłożenia pięty do podłoża (IC), pełnego obciążenia (MST), odbicia (TST) i środkowego fragmentu fazy przenoszenia (MSW).

Wyniki badań opracowano odrębnie dla obu grup (leczonych toksyną i gipsami), a następnie je porównano. W pierwszej kolejności w obu grupach oszacowano różnice pomiędzy wynikami obu kolejnych badań. W tym celu wykorzystano test t-Studenta dla danych powiązanych, natomiast rozkład wyników w obu grupach oszacowano testem chi-kwadrat ( $\chi^2$ ), a zależności pomiędzy wynikami dotyczącymi kolana i stopy testem r-Pearsona. Całość opracowania statystycznego wykonano z wykorzystaniem programów Excel, Statistica v. 7.1, przyjmując poziom istotności mniejszy niż 5% ( $p < 0,05$ ).

## WYNIKI

U wszystkich badanych z niedowładem połowicznym w badaniu wyjściowym stwierdzono różnie nasiloną asymetrię parametrów dotyczących kolana i stopy po obu stronach ciała. We wszystkich okresach

wersy w Katowice, Poland. The toxin was administered as Botox at 3-5 units/kg or Dysport at 12-20 units/kg. Botulinum toxin was injected into posterior muscles of shank.

Gait was assessed before starting treatment and four months later. During this period, each child continued to be rehabilitated and the selection of exercises took into account the results of the baseline examination. Examinations were performed as the child was walking at 2 km/h on the Kettler treadmill, with the use of the CMS-HS ultrasound system (Zebris) for three-dimensional gait analysis. Foot and knee flexion parameters were analysed in three stages of the support phase: at initial contact (IC), at full loading of the foot when the foot of the lower limb being moved was passing the foot of the lower limb in the support phase (mid stance, MST) and in the final stage of the support phase, when the opposite limb was just starting to touch the ground (terminal stance, TST).

A group of 20 age-matched healthy children was also examined. Individual results are usually compared with so called reference ribbon. Because the parameters correspond to a different gait cycle stage in different people, especially those with pathological gait, it was necessary to compare the results with those of the control group at identical stages of the gait cycle, i.e. at initial contact (IC), at full loading (MST), at rebounding (TST) and middle period of swing phase (MSW).

The results were described independently for the botulinum and casting subgroups and then compared. Firstly, within-group differences between the results of the two examinations were calculated with the Student t test for aggregate data, while the distribution of results in both groups was assessed with the  $\chi^2$  test and correlation between the foot and knee results was assessed with Pearson's r test. All the statistical analyses were carried out with the use of Excel and Statistica v. 7.1 software. The significance level was set at less than 5% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

The baseline examination of all children with hemiparesis showed various levels of asymmetry of knee and foot parameters. This asymmetry was more pronounced in the foot during all stages of the sup-

fazy podporu asymetria ta była wyraźniej zaznaczona w obrębie stopy. Uwagę zwracał przede wszystkim niedostatek grzbietowego zgięcia stopy podczas pierwszego jej kontaktu z podłożem. U blisko połowy badanych (44,1%) zjawisko takie stwierdzono również w obrębie stopy kończyny nie objętej niedowładem, ale w obrębie kończyny niedowładnej niedostatek ten był zdecydowanie większy, a różnica pomiędzy obiema stronami ciała wysoce istotna statystycznie ( $t=-7,601$ ;  $p=0,000$ ). Pozostałe różnice nie były już tak wyraźne, aczkolwiek występowały w każdym przypadku.

Ponieważ stopa strony niedowładnej ustawiona była w zgięciu podszwowy, najwyraźniejsze nieprawidłowości występowały we wszystkich trzech momentach obrotowych stopy (rockerach), zwłaszcza w I (brak możliwości prawidłowego przyłożenia pięty) i II (brak możliwości prawidłowego przetoczenia goleni nad stopą). Towarzyszyło temu nadmierne zgięcie kolana w okresie IC, które odnotowano u 32 badanych (94%). W okresie MST u 12 osób (35%) występował nadmiar, a u 17 – deficyt zgięcia kolana (50%). Z kolei w okresie TST u 14 osób (41%) występował nadmiar zgięcia, a u 18 osób (53%) jego deficyt.

Wyliczone współczynniki korelacji pomiędzy wielkością zgięcia kolana i zgięcia stopy wykazały jednak brak związku pomiędzy tymi wartościami (w okresie IC  $r = 0,24$ ; w MST  $r = -0,07$ ; i w TST  $r = 0,13$ ).

Po leczeniu w obu grupach oceniane parametry uległy dość wyraźnym, aczkolwiek niejednorodnym zmianom. U 31% leczonych gipsami w okresie IC zgięcie stopy kończyny niedowładnej uległo poprawie, czego nie odnotowano u pozostałych 69%. W okresie MST u 13% nastąpiła poprawa, u 69% jej brak, a u 19% pogorszenie. Z kolei w okresie TST u 81% nastąpiła poprawa, a w trzech przypadkach nie odnotowano wyraźnych zmian. W omawianej grupie poprawa ustawienia kolana po stronie niedowładnej w okresie IC miała miejsce u 31%, jej brak u 56%, a pogorszenie u 13% badanych. W okresie MST u 31% odnotowano poprawę, u 38% jej brak, a u 31% pogorszenie. W okresie TST poprawę, jej brak i pogorszenie odnotowano kolejno u 44, 13 i 43% badanych.

Nieco inaczej kształtowały się te parametry w grupie dzieci leczonych Btx-A. Poprawę ustawienia stopy po stronie niedowładnej w okresie IC zaobserwowano u 17%, brak zmian u 78%, a pogorszenie tylko u jednej osoby. W okresie MST u 39% badanych nastąpiła poprawa, u 44% jej brak, a u 17% pogorszenie. W okresie TST u 17% zaobserwowano poprawę, a u 44 i 39% jej brak i pogorszenie. U wszystkich badanych z tej grupy odnotowano natomiast poprawę ustawienia kolana w okresie IC, jednakże w okresie MST poprawa ta występowała u 22%, a brak poprawy i pogorszenie wystąpiły w równej liczbie przy-

port phase. Particularly notable was an ankle dorsiflexion deficit at the initial contact of the foot with the ground. In almost half of the participants (44.1%), the same finding was also identified in the foot of the non-paretic limb. However, in the paretic limb, this deficit was substantially more pronounced and the difference between both sides of the body was highly statistically significant ( $t=-7.601$ ;  $p=0.000$ ). Other differences were not so clear-cut, but they were present in every patient.

Since the foot of the paretic side was positioned in plantar flexion, the most significant abnormalities occurred in all the three moments of the foot rockers, especially in the first (no possibility of appropriate heel strike) and second (no possibility of appropriately rocking the shank over the foot). It was accompanied by excessive knee flexion in the IC stage, which was noted in 32 participants (94%). In the MST stage, 12 patients (35%) had some excess flexion and 17 (50%) displayed knee flexion deficit. In turn, in the TST stage excessive flexion was identified in 14 patients (41%) and flexion deficit in 18 people (53%).

Coefficients of correlation between the amount of knee flexion and foot flexion revealed anyway no relationship in values ( $r=0.24$  in IC;  $r=-0.07$  in MST; and  $r=0.13$  in TST).

Clear but not homogeneous changes of their analytical parameters were identified in both groups on completion of the therapy. The paretic foot flexion improved in the IC stage in 31% of patients treated with casts, which was not observed in the remaining 69%. In the MST stage, 13% of the patient improved, 69% did not improve, and 19% actually deteriorated. In turn, in the TST stage, 81% improved and no clear changes were noted in three cases. In this group, improved knee positioning on the paretic side in the IC stage was observed in 31%, no improvement in 56% and deterioration in 13% of the patients. In the MST stage, 31% of the patients improved, 38% did not improve, and 31% deteriorated. In the TST stage, 44%, 13% and 43% of patients improved, did not improve, and deteriorated, respectively.

These patterns were slightly different in the Btx-A group. Improvement of foot positioning on the paretic side in the IC stage was observed in 17%, with no changes in 78% and deterioration in 1 person. In the MST stage, 39% of the patients improved, 44% did not improve, and 17% deteriorated. In the TST stage, improvement was observed in 17% of the patients, no changes in 44% and deterioration in 39%. There was improvement in knee positioning in the IC stage in all patients from this group, but in the MST stage this improvement occurred in 22% and no changes or deterioration were noted in the same number of

padków (po 39%). W okresie TST u 33% nastąpiła poprawa, u 39% odnotowano brak wyraźnych zmian, a u dalszych 28% pogorszenie.

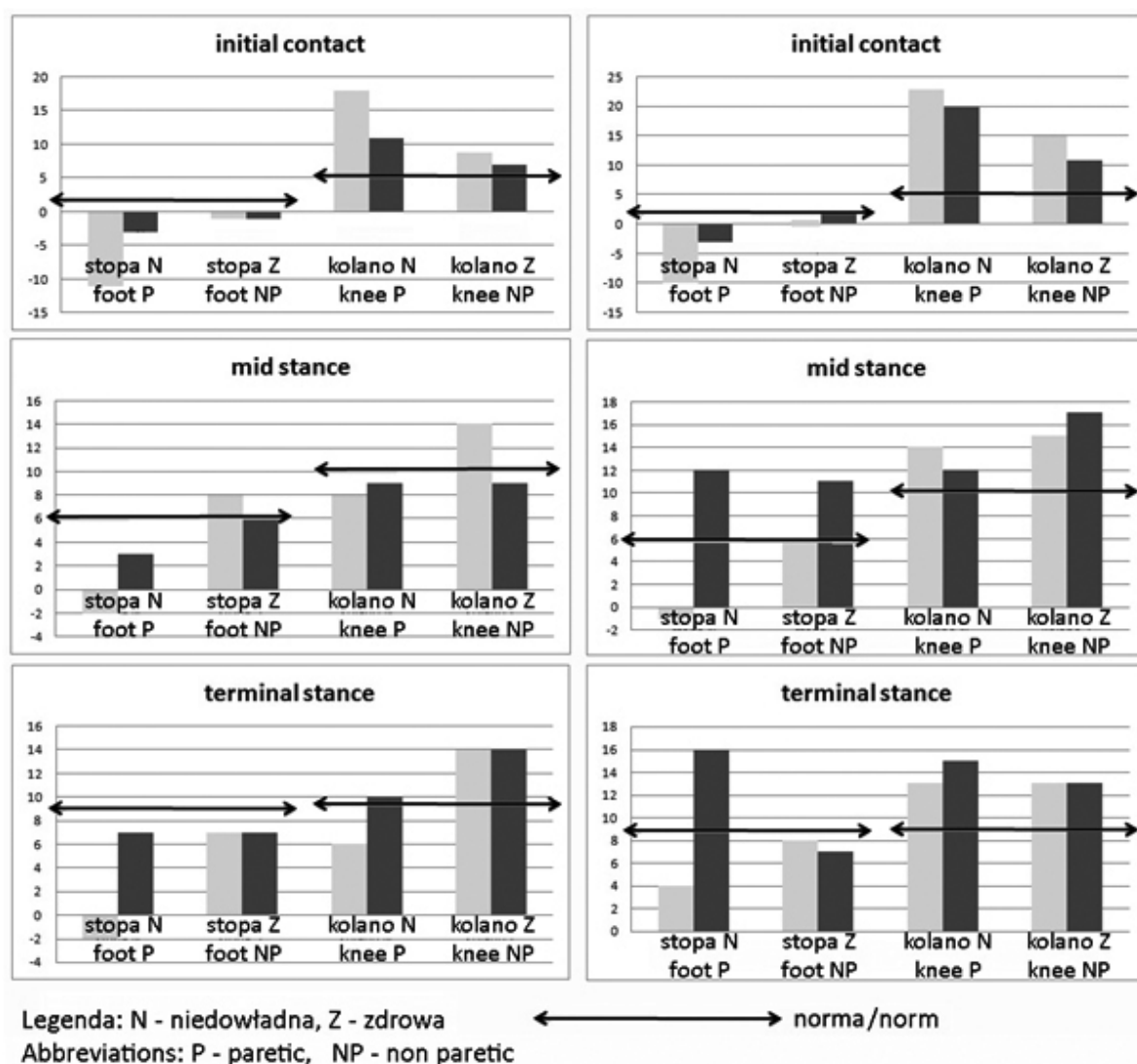
Tendencje te znalazły odzwierciedlenie w wyliczonych średnich, co ilustruje Ryc. 3. W Tabelach 1 i 2 zestawiono natomiast wyniki obu grup. Jak widać w odniesieniu do strony niedowładnej, w grupie leczonych gipsami brak istotnej poprawy odnotowano w przypadku zgięcia kolana w okresie MST, a w grupie dzieci, u których zastosowano botulinę brak istotnej poprawy dotyczył zgięcia kolana w okresach MST i TST.

Wobec takiego zróżnicowania indywidualnych efektów terapii porównanie tych efektów odnotowanych w obu podgrupach wykazało istotne różnice jedynie odnośnie dwóch parametrów – zgięcia kolana

cases (39% for each). In the TST stage, 33% of the patients registered improvement, 39% showed no changes and the remaining 28% deteriorated.

These tendencies are reflected by the means which are presented in Fig. 3. The results of both groups are compared in Tab. I and II. As can be seen, no significant improvement in knee flexion in the MST stage on the paretic side was observed in the casting group, and in the botulinum group, there was no significant improvement in knee flexion in the MST and TST stages.

In view of such diversity of individual effects of the therapy, the comparison of the results in both groups revealed significant differences only with regard to two parameters: knee flexion in the IC stage and foot flexion in the TST stage. In the first case, according to the distribution of results, more benefit was



Ryc. 2. Zmiany średnich wartości kątowych zgięcia stopy i kolana pod wpływem leczenia gipsami hamującymi (po lewej) i toksyną botulinową (po prawej)

Fig. 2. Changes of mean foot and knee flexion angles following inhibitive casting (left) and botulinum toxin injections (right)

w okresie IC oraz stopy w okresie TST. W pierwszym przypadku rozkład wyników wskazywał na korzystniejsze wyniki uzyskane przez leczonych gipsami, wobec braku istotnych zmian wśród leczonych botuliną ( $\chi^2=9,9167$ ;  $p=0,007$ ; przy  $df=2$ ). Korzystniejsze wyniki odnotowano też w tej grupie w zakresie zgięcia stopy w okresie TST ( $\chi^2=15,4586$ ;  $p=0,0004$ ; przy  $df=2$ ).

Nieco inne światło rzuciła na uzyskane wyniki analiza wzajemnego zachowania się kolana i stopy w kolejnych okresach cyklu chodu. Poprawę obu składowych tego kompleksu stwierdzono u 6 dzieci leczonych gipsami (18,8%) i u 2 leczonych toksyną (5,6%) i to nie we wszystkich okresach fazy podporu. W grupie leczonych gipsami najliczniej reprezentowane były przypadki, w których zginanie kolana poprawiło się, ale w obrębie stopy nie było znaczących zmian (34,4%). Poprawę w obrębie stopy, lecz bez poprawy w obrębie kolana stwierdzono u 28,1%, natomiast u 31,3% obie składowe pozostały na tym samym poziomie. W grupie leczonych toksyną botulinową zdecydowanie dominowały przypadki, w których obie składowe utrzymały się na tym samym poziomie (52,8%). Drugą pod względem liczebności podgrupę tworzyły dzieci, u których uzyskano tylko poprawę zginania stopy (22,2%), a trzecią te, u któ-

obtained among the patients treated with casts as there were no significant changes in patients treated with botulinum toxin ( $\chi^2=9.9167$ ;  $p=0.007$ ;  $df=2$ ). More favourable results in foot flexion in the TST stage were noted also in this group ( $\chi^2=15.4586$ ;  $p=0.0004$ ;  $df=2$ ).

An analysis of mutual behaviour of the knee and foot during consecutive gait stages showed the results in a slightly different light. Improvement in both elements of this complex was found in 6 children treated with casts (18.8%) and 2 children treated with toxin (5.6%). What is more, improvement was not seen in all stages of the support phase. In the casting group, the dominant pattern was that of improved knee flexion but no changes in the foot (34.4%). Improved foot flexion and no changes in the knee were found 28.1% of the patients, while in 31.1% both components showed no change. In the botulinum group, the dominant pattern was that of no change in both components (52.8%). The second most common pattern was that of improved foot flexion only (22.2%) and the third combined deterioration in knee flexion with an unchanged range of foot flexion (19.4%). Other patterns in both groups were represented by individual cases and non specific.

Tab. 1. Wyniki 1 i 2 badania w kolejnych okresach fazy podporu w grupie dzieci z hemiparezą leczonych gipsami hamującymi  
Tab. 1. Baseline and final results in subsequent stages of the support phase in hemiparetic children treated with inhibitive casts

Okres Stage	Nr	PARAMETR PARAMETER	1 BADANIE 1 <sup>ST</sup> EXAMINATION			2 BADANIE 2 <sup>ND</sup> EXAMINATION			Porównanie Comparison		Grupa kontrolna Control group		
			min	max	X ± SD	min	max	X ± SD	t/p	min	max	X ± SD	
initial contact	1a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	7	34	18 ± 7	5	26	11 ± 5	7.203	0.000	0	10	5 ± 3
	1b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	2	18	9 ± 5	2	18	7 ± 5	1.349	0.197	3	9	5 ± 2
	2a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-21	-3	-11 ± 6	-11	3	-3 ± 4	-7.364	0.000	-2	7	2 ± 3
	2b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-9	7	-1 ± 4	-6	5	-1 ± 3	0.577	0.573	-4	6	2 ± 3
mid stance	3a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	-1	20	8 ± 5	1	23	9 ± 6	-0.694	0.498	5	14	10 ± 2
	3b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	4	23	14 ± 6	3	16	9 ± 4	3.114	0.007	6	15	12 ± 2
	4a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-11	9	-2 ± 5	-4	15	3 ± 5	-3.574	0.003	2	11	6 ± 3
	4b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-2	12	8 ± 4	1	17	6 ± 4	1.259	0.227	3	11	6 ± 2
terminal stance	5a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	2	13	6 ± 4	2	17	10 ± 4	-2.948	0.010	5	15	9 ± 2
	5b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	4	21	14 ± 5	7	26	14 ± 6	0.268	0.792	4	15	9 ± 3
	6a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-9	19	-2 ± 8	-1	14	7 ± 4	-5.368	0.000	5	14	9 ± 3
	6b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-5	17	7 ± 6	-5	17	7 ± 6	0.174	0.864	6	15	11 ± 3

[1] kończyna niedowładna/paretic limb; [2] kończyna przeciwna/opposite limb



Tab. 2. Wyniki 1 i 2 badania w kolejnych okresach fazy podporu w grupie hemiparez leczonych Btx-A

Tab. 2. Baseline and final results in subsequent periods of the support phase in hemiparetic children treated with Btx-A

Okres Stage	Nr	PARAMETR PARAMETER	1 BADANIE 1 <sup>ST</sup> EXAMINATION			2 BADANIE 2 <sup>ND</sup> EXAMINATION			Porównanie Comparison		Grupa kontrolna Control group		
			min	max	X ± SD	min	max	X ± SD	t/p	min	max	X ± SD	
initial contact	1a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	11	34	23 ± 6	11	26	20 ± 4	2.422	0.027	0	10	5 ± 3
	1b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	8	25	15 ± 5	4	20	11 ± 5	2.391	0.029	3	9	5 ± 2
	2a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-20	4	-10 ± 7	-12	9	-3 ± 6	-5.807	0.000	-2	7	2 ± 3
	2b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-6	5	0 ± 3	-6	7	2 ± 3	-1.869	0.079	-4	6	2 ± 3
mid stance	3a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	3	27	14 ± 7	-3	26	12 ± 8	0.579	0.570	5	14	10 ± 2
	3b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	2	28	15 ± 7	3	25	17 ± 6	-0.781	0.445	6	15	12 ± 2
	4a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-11	15	-1 ± 8	2	19	12 ± 5	-5.396	0.000	2	11	6 ± 3
	4b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-4	14	6 ± 4	-10	24	11 ± 9	-2.406	0.028	3	11	6 ± 2
terminal stance	5a	Zgięcie kolana [1] Knee flexion [1]	3	30	13 ± 9	7	24	15 ± 5	-1.068	0.301	5	15	9 ± 2
	5b	Zgięcie kolana [2] Knee flexion [2]	4	30	13 ± 8	6	28	13 ± 6	-0.015	0.988	4	15	9 ± 3
	6a	Zgięcie stopy [1] Foot flexion [1]	-8	16	4 ± 9	2	29	16 ± 6	-4.293	0.001	5	14	9 ± 3
	6b	Zgięcie stopy [2] Foot flexion [2]	-4	16	8 ± 6	-5	20	7 ± 6	0.349	0.731	6	15	11 ± 3

[1] kończyna niedowładna/paretic limb; [2] kończyna przeciwna/opposite limb

rych stwierdzono pogorszenie w zakresie zginania kolana, przy niezmiennym zakresie zginania stopy (19,4%). Pozostałe układy tych parametrów były w obu grupach reprezentowane przez pojedyncze przypadki i mało charakterystyczne.

## DYSKUSJA

Funkcjonowanie kompleksu stopa-kolano stanowi zasadniczy element harmonijnego chodu, nie wymagającego zbyt dużego nakładu energetycznego [4,12]. U chodzących dzieci z m.p.dz. funkcjonowanie tego kompleksu jest zawsze zaburzone, co zresztą potwierdziły niniejsze badania. Wyniki badania wyjściowego ukazały pewną tendencję ogólną tych zaburzeń, jednakże wzajemne relacje ustawień kątowych w obu analizowanych stawach w poszczególnych okresach cyklu chodu były indywidualnie różne. Jest to zgodne z obserwacjami Wintera i wsp., którzy u dzieci z niedowładem połowicznym wyodrębnili 4 typy zaburzeń tego kompleksu, których identyfikacja ma ułatwić planowanie leczenia [13]. W naszych badaniach najliczniej reprezentowane były typy III i IV (po ponad 40% badanych), rzadziej typ I (blisko 15%), natomiast typ II (z przeprostem kolana w fazie podporu) nie występował. Po zastosowa-

## DISCUSSION

The functioning of the foot-knee complex is of immense importance for harmonious gait that does not require excessive energy expenditure [4,12]. In cerebral palsied children who are able to walk independently, the functioning of this complex is frequently affected, as was shown in this study. The results of the baseline examination revealed a general tendency of these disorders, but the patterns of angular positions of the two joints in particular stages of the gait cycle were individually different. This is consistent with the findings of Winter et al., who distinguished 4 types of knee-foot complex disorders in children with hemiparesis whose identification is supposed to facilitate planning an appropriate therapy [13]. In our study types III and IV were in the majority (over 40% of children), while type I occurred less frequently (almost 15%) and type II (with knee extension in the support phase) did not occur. After botulinum toxin or

niu toksyny botulinowej, bądź gipsów hamujących parametry dotyczące kolana i stopy nie u wszystkich badanych uległy zdecydowanej poprawie, natomiast typy zaburzeń u wszystkich pozostały takie same.

W usprawnianiu omawianych dzieci napotykałyśmy problemy wynikające głównie z pierwszorzędowych objawów m.p.dz. [18]. Nie są one związane ze zwykłym osłabieniem mięśni, lecz ze specyfiką ich działania, czego głównym przejawem jest inkoordynacja. Mięśnie nie napinają się bowiem w odpowiedni sposób i w odpowiednim czasie, a współskurcz antagonistów utrudnia zapoczątkowanie akcji i płynne jej zakończenie. Jest to szczególnie ważny element, jeśli rozważy się złożone i zmieniające się zadania różnych mięśni w całym cyklu chodu (przyspieszanie, hamowanie i stabilizację).

Na podstawie obserwacji cech patologicznego chodu dzieci z m.p.dz. w ostatnim 20-leciu przedstawiano różne podziały zaburzeń chodu, do których próbowano przyporządkować odpowiednie procedury terapeutyczne [11,13-15]. Wobec złożoności zaburzeń ruchowych tych dzieci i trudnych do przewidzenia indywidualnych możliwości kompensacyjnych nie udało się jednak jednoznacznie skategoryzować dzieci z m.p.dz. pod względem wzorca chodu, by móc dopasować do tego określone procedury lecznicze. Mówiąc inaczej, jak dotąd nie udało się zaproponować jednoznacznej „uniwersalnej recepty” dotyczącej bezpośredniego przełożenia wyników oceny chodu na program postępowania leczniczego wszystkich dzieci z m.p.dz. Pozostało więc podejście indywidualne, oparte przede wszystkim na zrozumieniu zasad i mechanizmów chodu prawidłowego i postrzeganiu nieprawidłowości chodu danego dziecka w ujęciu przyczynowo-skutkowym, nie tylko od strony biomechanicznej, ale i neuropatologicznej. Ponieważ całkowite wyleczenie dziecka z m.p.dz. nie jest możliwe, często poszukuje się takich rozwiązań, by dziecko rzeczywiście mogło być na miarę możliwości samodzielne, a kompromisem w tych przypadkach są zwykle efekty funkcjonalne uzyskane kosztem możliwie jak najmniejszych nieprawidłowości chodu.

U chodzących już dzieci z m.p.dz. zawsze mamy już do czynienia z utrwalonym stereotypem chodu, odbiegającym od fizjologicznego wzorca. Stereotyp ten tworzy się na bazie nieprawidłowych ruchów dziecka, które nigdy wcześniej nie miało okazji do normalnego poruszania się. Wszelkie niedostatki kompensowane są samoistnie, co niestety skutkuje nieprawidłowymi i trudnymi do przebudowy wzorcami ruchowymi. Trudności te potwierdziły nasze badania. Pokazały one, że w kompensacji jest zawsze „coś za coś”, wobec czego trudno jest uzyskać jednoczesną poprawę dotyczącą wszystkich parametrów chodu.

inhibitive cast therapy, the knee and foot parameters did not markedly improve in all patients, while the patterns of disorders remained the same.

Rehabilitation of CP children needs to overcome problems attributable chiefly to the primary symptoms of cerebral palsy. [18] They are not connected with simple weakening of muscles but with the specifics of their functioning, which mainly presents as incoordination. Muscles do not contract properly and at an appropriate time and co-contraction of antagonists make it difficult to initiate an action and complete it smoothly. This is particularly important considering the multifaceted and complex functions of particular muscles during the gait cycle (acceleration, slowing down and stabilization).

Based on observations of pathological gait features in cerebral palsied children different classifications of gait abnormalities have been presented in the last 20 years and attempts have been made to assign matching therapeutic procedures to particular types of gait [11,13-15]. In view of the complexity of palsied gait abnormalities and difficulties predicting individual compensatory capacities, it has not been possible to definitively classify children with cerebral palsy with regard to their gait pattern so as to adjust particular therapies. In other words, until today it has not been possible to propose a “universal recipe” to directly translate the results of gait assessment into treatment plans for all children with cerebral palsy. An individualised approach is therefore the only possible solution. It should be based on understanding the principles and mechanism of normal gait and perceiving the gait of a particular child in a cause-and-effect relationship, from the biomechanic as well as neuropathological point of view. As no treatment provides full recovery from cerebral palsy, solutions are sought which enable the child to be possibly independent and the achievement of functional effects at the cost of the slightest gait abnormalities becomes a compromise in such cases.

Children with CP who can walk always present with a fixed gait pattern which is considerably different from the physiological pattern. This stereotype forms on the basis of abnormal movements of the child who has never had an opportunity to move about normally. All deficits are compensated for spontaneously, which results in incorrect movement patterns that are difficult to rearrange. These difficulties were confirmed in our study, which showed that compensation always follows the principle of give and take and, accordingly, it is difficult to achieve improvement in all gait parameters simultaneously.

Many recently published studies have been concerned with botulinum toxin treatment and inhibitive

Ostatnio opublikowano wiele prac dotyczących zastosowania toksyny botulinowej i gipsów w usprawnianiu dzieci z m.p.dz. Część z nich, podobnie jak nasze wyniki, wskazuje na porównywalny efekt stosowania jednego i drugiego środka stosowanego osobno [20,21]. Część autorów zwraca natomiast uwagę na korzystniejsze działanie toksyny botulinowej niż gipsów, zwłaszcza w kontekście utrzymywania się efektu leczenia inni zaś odwrotnie [21-26]. Dłuższe utrzymywanie się efektów po podaniu toksyny botulinowej wydaje się być oczywiste, gdyż wynika ono z przedłużonego działania tego środka. Aspekt ten nie był jednak przedmiotem naszych badań. Opublikowano również doniesienia na temat terapii kombinowanej – tj. jednoczesnego podawania toksyny botulinowej i stosowania gipsów, czy podtrzymywania efektu działania obu tych środków łuską AFO [22,27-29]. Większość tych doniesień oparto głównie na ocenie stawu skokowego. Desloovere zaobserwował, iż zastosowanie gipsów bezpośrednio po podaniu toksyny botulinowej korzystniej wpływa na części proksymalne ciała, niż zastosowanie gipsów przed wstrzyknięciem toksyny [30].

Warto pamiętać, że w przypadku m.p.dz. przyczyna zaburzeń chodu nie tkwi w samych mięśniach, lecz wynika z zaburzeń sterowania ich pracą. Skupianie się na ocenie efektów zastosowanego środka wyłącznie poprzez śledzenie zmian zakresu biernego, czy też czynnego zgięcia stopy wydaje się być niewystarczające. Cenniejsze jest z pewnością śledzenie zmian ustawień kątowych podczas funkcjonalnego wzorca, tj. podczas chodu. Tego typu badania mogą wskazywać na czym polegają zasadnicze utrudnienia chodu i tworzyć w ten sposób podstawę do planowania usprawniania.

Zastosowane środki pomocnicze w postaci toksyny botulinowej czy gipsów hamujących nie zastępują usprawniania, ale mogą je ułatwiać, ponieważ z założenia łagodzą one nadmierne (nie kontrolowane) działanie mięśni zginających stopę podszwowo i w ten sposób mogą wpływać na wzorec lokomocyjny dziecka z m.p.dz. Rola i sposób działania obu tych środków są jednak odmienne. Odmienne jest również podejście do usprawniania. Podanie toksyny botulinowej obniża spastyczność mięśni łydki, przez co może łagodzić nie tylko nadmierne zgięcie podszwowe stopy, ale i zgięcie kolana (z uwagi na ich górny przyczep mięśnia brzuchatego łydki), a jednocześnie stwarza warunki do pracy nad całym wzorcem postawno-lokomocyjnym. Gipsy hamujące eliminują natomiast możliwość podszwowego zgięcia stopy, a tym samym hamują synergizm wstępujący i ułatwiają pracę nad składowymi wzorcami dotyczącymi wyżej położonych stawów. Analiza kompleksu kola-

casting in the rehabilitation of cerebral palsied children. Some of these studies concur with ours in indicating a comparable efficacy of both means used independently [20,21]. Some authors emphasize a more beneficial effect of botulinum toxin vs. casting especially in the longer term, while others indicate the opposite [21-26]. More stable outcomes after using botulinum toxin appear obvious, being directly related to prolonged duration of action of this agent. This aspect anyway was not the subject of our study. Studies of combined therapy have also been published, where botulinum toxin and casts were applied simultaneously or additionally supported with AFO [22, 27-29]. The majority of these reports are based on ankle joint assessment. Desloovere observed that using casts directly after administration of botulinum toxin has a more positive impact on proximal parts of the body than using casts before botulinum toxin injection [30].

It is worth remembering that cerebral gait disorders are not muscle disorders but result from disorders of the system which controls the work of muscles. Thus, assessing the effects of a particular therapeutic means only by observing changes in the range of passive or active foot flexion seems insufficient. It is more informative to follow changes in angular positions during a functional pattern i.e. during gait. Such studies may indicate the underlying causes of fundamental gait difficulties and thus create the basis for planning rehabilitation treatment.

The additional means of treatment in the form of botulinum toxin injections and inhibitive casts do not replace rehabilitation but can facilitate it because, by design, they reduce excessive (uncontrolled) muscles activity which is responsible for ankle plantar flexion and thus they can influence locomotion patterns in children with cerebral palsy. However, the role and mode of action of both means are different. The approach to rehabilitation is also different. Botulinum toxin reduces spasticity of calf muscles and can thus alleviate not only excessive ankle plantar flexion but also knee flexion (considering the upper attachment of the gastrocnemius muscle) and, at the same time, create favourable conditions for working on the overall postural and locomotor pattern. Inhibitive casts, in turn, eliminate ankle plantar flexion and thus inhibit afferent synergy and facilitate work on components of the pattern concerning more superiorly located joints. Analysis of the knee-foot complex analysis as well as the entire locomotor pattern of each child reveals which components of this pattern should be corrected during subsequent rehabilitation treatment. The difficulties in achieving simultaneous improvement of all parameters suggest, however, that it is ne-

no-stopa, jak również całego wzorca lokomocyjnego każdego dziecka wskazują, które elementy tego wzorca należy próbować poprawić podczas dalszego usprawniania dziecka. Trudności z jednoczesnym używaniem poprawy wszystkich parametrów sugerują natomiast konieczność dokonania wyboru – co należy poprawić, by chód był sprawniejszy, nawet kosztem niewielkiego pogorszenia niektórych parametrów.

## WNIOSKI

1. Zastosowanie toksyny botulinowej lub gipsów hamujących przynosi poprawę parametrów chodu dzieci z m.p.dz.
2. Poprawa ta jest indywidualnie zróżnicowana, widoczna w różnych okresach fazy podporu, ale podobna po zastosowaniu obu tych środków.
3. Jednoczesne uzyskanie poprawy w obrębie kolana i stopy jest trudne.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Czupryna K, Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Domagalska M. Ocena chodu dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym jako podstawa programowania rehabilitacji i kontroli jej wyników. *Rehab Med* 2006;10 (1):29-40.
2. Nowotny J, Czupryna K, Domagalska M. Aktualne podejście do rehabilitacji dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Neurol Dziec* 2009;18 (35):53-60.
3. Saunders J, Inman V, Eberhart H. The major determinants in normal and pathological gait. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1993; 35A: 543-558.
4. Perry J. *Gait analysis: normal and pathological function*. New York: Thorofare; 1992.
5. Gage J, Deluca P, Renshaw T. *Gait analysis: principle and applications with emphasis on its use in cerebral palsy*. Instructional Course Lectures 1996; 45: 491-507.
6. Velickovic TD, Perat MV Basic principles of the neurodevelopmental treatment. *Medicina* 2005; 42 (41):112-120.
7. Sławek J. Toksyna botulinowa typu A w leczeniu spastyczności w mózgowym porażeniu dziecięcym – podstawy teoretyczne i praktyczne skutecznej terapii. *Ortop Traumat Rehab* 2001;4: 541-546.
8. Marciniak W, Szulc A. *Wiktora Degi Ortopedia i rehabilitacja*. Tom 1. Warszawa: PZWL; 2003.
9. Matyja M, Czupryna K, Gogola A. Zastosowanie gipsów hamujących procesie usprawniania dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Fizjoterapia* 2007;15 (4):11-19.
10. Domagalska M, Szopa A, Czupryna K, Nowotny J, Matyja M. „Gipsy hamujące” stosowane u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Ortop Traumat Rehab* 2006;8 (3): 291-299.
11. Öunpuu S, Davis R, De Luca P. Joint kinetics: methods, interpretation and treatment decision-making in children with cerebral palsy and myelomeningocele. *Gait and Posture* 1996; 4:62-78.
12. Syczewska M. Chód w obrazie analizy laboratoryjnej. *Ortop Traumat Rehab* 2001;3:484-486.
13. Winter T, Gage J, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1987; 69 (3):437-441.
14. Rodda J, Graham H. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol* 2001; 8 (suppl. 5): 98-108.
15. Becher J. Pediatric rehabilitation In children with cerebral palsy: general management, Classification of motor disorders. *J Prosthetics and Orthotics* 2002;14:143.
16. Abel M, Juhl G, Vaughan L, Damiano D. Gait assessment of fixed ankle-foot orthosis in children with spastic diplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:126-133.
17. Romkes J, Brunner R. Comparison of dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patient with hemiplegic cerebral palsy. *Gait and Posture* 2002;15:18-24.
18. Gage J, red. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. London: Mac Keith Press; 2004.
19. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39: 214-223.
20. Corry I, Cosgrove A, Duffy C, McNeill S, Taylor T, Graham H. Botulinum toxin A compared with stretching casts in the treatment of spastic equinus: a randomised prospective trial. *J Pediatr Orthop* 1998;18:304-311.
21. Flett P, Stern L, Waddy H, Connell T, Seeger J, Gibson S. Botulinum toxin A versus fixed cast stretching for dynamic calf tightness in cerebral palsy. *J Paediatr Child Health* 1999; 35:71-77.

cessary to choose what should be corrected in order to improve gait efficacy, even if it means a slight worsening of some parameters.

## CONCLUSIONS

1. Botulinum toxin injections and inhibitive casts improved gait parameters in children with cerebral palsy.
2. The achieved improvement varied from patient to patient and can be seen in different stages of the support phase, but was similar in both subgroups.
3. It is difficult to improve the knee and foot simultaneously.

22. Lee Sook Joung, Sung In Young, Jang Dae Hyun , Yi Jin Hwa, Ryu Ju Seok, Lee Jin Ho et al. The effect and complication of botulinum toxin type A injection with serial casting for the treatment of spastic equinus foot. *Ann Rehabil Med* 2011;35:344-353.
23. Corry IS, Cosgrove AP, Duffy CM, McNeill S, Taylor T, Graham HK. Botulinum toxin A compared with stretching cast in the treatment of spastic equinus: a randomized prospective trial. *J Pediatr Orthop* 1998;19:304–311.
24. Booth M, Yates C, Edgar T, Bandy W. Serial casting vs combined intervention with botulinum toxin A and serial casting in the treatment of spastic equinus in children *Pediatr Phys Ther* 2003;15:216-220.
25. Kay R, Rethlefsen S, Fern-Buneco A, Wren T, Skaggs D. Botulinum toxin as an adjunct to serial casting treatment in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A: 2377-2384.
26. Glanzman A, Kim H, Swaminathan K, Beck T. Efficacy of botulinum toxin A, serial casting, and combined treatment for spastic equinus: aretrospective analysis. *Dev Med Child Neurol* 2004;46:807-811.
27. Bottos M, Benedetti M, Salucci P, Gasparroni V, Giannini S. Botulinum toxin with and without casting in ambulant children with spastic diplegia: a clinical and functional assessment. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:758-762.
28. Newman C, Kennedy A, Walsh M, O'Brien T, Lynch B, Hensey O. A pilot study of delayed versus immediate serial casting after botulinum toxin injection for partially reducible spastic equinus. *J Pediatr Orthop* 2007;27:882-885.
29. Park E, Yoo J, et al. Short-term effects of combined serial casting and botulinum toxin injection for spastic equinus in ambulatory children with cerebral palsy. *Yonsei Med J* 2010;51:579-584.
30. Desloovere K, Molenaers G, et al. A randomized study of combined botulinum toxin type A and casting in the ambulant child with cerebral palsy using objective outcome measures. *Eur J Neurol* 2001; 8 (Suppl 5): 75-87.

---

**Liczba słów/Word count:** 7515

**Tabele/Tables:** 2

**Ryciny/Figures:** 2

**Piśmiennictwo/References:** 30

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*Dr Krzysztof Czupryna*

*Zakład Fizjoterapii, Wyższa Szkoła Administracji, 43-300 Bielsko-Biała,  
ul. A. Frycza Modrzewskiego 12, Tel. 600882310, e-mail: czupryna.krzysztof@gmail.com*

*Otrzymano / Received*

*30.05.2012 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*04.09.2012 r.*