



Możliwości łagodzenia zaburzeń chodu u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym usprawnianych i leczonych toksyną botulinową w świetle trójwymiarowej analizy chodu

The possibility of gait disturbances mitigation in cerebral palsy children treated with botulinum toxin-A in the light of 3D gait analysis

¹Krzysztof Czupryna, ²Jerzy Pietruszewski, ²Małgorzata Poliszuk-Siedlecka, ²Helena Moskała, ³Ryszard Tomaszewski

¹Katedra i Zakład Fizjoterapii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach
Kierownik: prof. dr hab. n.med. J. Nowotny

²Klinika Pediatrii i Neurologii Wieku Rozwojowego Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach
Kierownik: prof. dr hab. n.med. E. Marszał

³Oddział Ortopedii Kliniki Chirurgii Dziecięcej
Górnośląskiego Centrum Zdrowia Dziecka i Matki w Katowicach
Kierownik: prof. dr hab. n. med. J. Bohosiewicz

Streszczenie

Słowa kluczowe: mózgo-
we porażenie dziecięce,
usprawnianie, BTX-A,
trójplaszczynowa anali-
za chodu

Abstract

Key words: cerebral
palsy, treatment, botu-
linum toxin A, three di-
mensional gait analysis

Wstęp: U dzieci ze spastyczną postacią mózgowego porażenia dziecięcego (m.p.dz.), stosuje się obecnie domięśniowe podawanie toksyny botulinowej-A (BTX-A). **Cel pracy:** Celem badań było ustalenie, w jaki sposób BTX-A wpływa na zmianę parametrów chodu u dzieci z m.p.dz. zarówno po jednorazowej, jak i kilkukrotnej dawce leku. **Materiał i metodyka:** Badaniem objęto 31 chodzących dzieci w wieku od 4. do 17. r.z. Do oceny użyto ultradźwiękowego systemu pomiarowego firmy Zebris pozwalającego na trójwymiarową analizę parametrów chodu. Badania przeprowadzone były przed podaniem BTX-A, w dwa tygodnie po ostrzyknięciu, w dwa miesiące oraz w cztery miesiące od podania leku. **Wyniki:** U wszystkich ocenianych dzieci zaobserwowano różnie nasiloną asymetrię funkcjonalną. Okazało się, że czynnikiem decydującym o rodzaju zmian zachodzących pod wpływem BTX-A są dwa podstawowe wzorce kompensacyjnych zachowań posturalno-lokomocyjnych – tzw. typ antygravitacyjny i progravitacyjny. Podanie BTX-A daje lepsze efekty u dzieci prezentujących wzorzec antygravitacyjny, a mniejsze lub żadne wśród dzieci prezentujących wzorzec progravitacyjny. Odnotowano zróżnicowane możliwości wzajemnego kompensowania nieprawidłowości mniej lub bardziej nasilonych w różnych miejscach łańcucha biokinematycznego. **Wnioski:** Stwierdzono, iż podanie BTX-A nie u wszystkich dzieci daje jednakowo korzystne rezultaty. Celowe wydaje się więc kwalifikowanie dzieci do leczenia toksyną botulinową również w oparciu o wstępną analizę wzorców posturalno-motorycznych z uwzględnieniem typów anty i progravitacyjnych

Summary: Nowadays botulinum toxin injections (BTX-A) are administered to children with spastic form of cerebral palsy. **Aim:** We aimed to establish the influence of BTX-A injections either one or replied doses on gait parameters in children suffering from cerebral palsy. **Material and method:** 31 walking children (aged 4-17 years) were examined. Ultrasound Zebris system allowing three-dimensional gait analysis was used. The examination was performed before BTX-A injection, two weeks, 2 months and 4 months after drug administration. **Results:** Some degree of functional asymmetry was seen in all examined children. It turned out that decisive factor about changes due to BTX-A injection are two main compensative locomotor patterns – antygravity type and progravity one. It turned out that BTX-A injection gives better results in children with antygravity type, and less or none in children with progravity type. Many possibilities of abnormality compensation

in different places of biokinematic chain were noted. **Conclusions:** BTX-A injection makes positive results not for all examined children. It seems to be purposeful to qualify children for BTX-A therapy using anty and progravity types.

Ogólnym celem rehabilitacji dzieci z m.p.dz jest stworzenie im warunków do niezależnej egzystencji. Jedną z istotniejszych umiejętności dziecka z m.p.dz jest możliwość dwunożnego poruszania się. Stąd obiektywna ocena jakości wzorca chodu stanowi ważny element oceny funkcjonalnej.

Ocena skuteczności rehabilitacji danego dziecka daje wskazówki niezbędne do ewentualnej modyfikacji sposobu usprawniania go [1]. Jednym z coraz powszechniej stosowanych zabiegów wspomagających rehabilitację dzieci z m.p.dz. jest podawanie domięśniowe toksyny botulinowej typu A (BTX-A). Ze względu na wysoki koszt tej terapii bardzo istotna jest możliwość obiektywnego sprawdzenia jej przydatności i skuteczności u leczonego dziecka [2]. W przeprowadzonych badaniach autorów interesowało przede wszystkim to, w jakim stopniu toksyna botulinowa ułatwiała usprawnianie, a w konsekwencji odtworzenie właściwych wzorców ruchowych, a przede wszystkim chodu.

Powszechnie wiadomo, że u dzieci z niedowładem połowicznym chód jest asymetryczny. Wbrew pozorom jednak niedowłady dwu- czy cztero kończynowe wcale nie są też w swojej istocie symetryczne [3]. W pracy zwrócono szczególną uwagę na symetrię chodu, ponieważ jest ona jedną z podstawowych cech chodu fizjologicznego. Mimo iż u zdrowych dzieci do około 5. r.ż. pewna asymetria parametrów czasowo-przestrzennych chodu bywa obserwowana, można wysunąć tezę, iż chód asymetryczny powyżej tego wieku jest zawsze patologią [4, 5].

Wcześniejsze badania wykazały, iż czynnikiem decydującym o wielkości asymetrii chodu u dzieci z m.p.dz. nie jest wyłącznie topografia niedowładów. Na podstawie analizy funkcjonalnej dokonanej w dwunożnej pozycji stojącej oraz w czasie chodu wyróżniono u badanych dwa typy mechanizmów kompensacyjnych wykorzystywanych do „zastępczej” stabilizacji ciała [6]. Są nimi: typ antygravitacyjny oraz progravitacyjny. W typie antygravitacyjnym charakterystyczne jest m.in. prawie równoległe ustawienie linii barków i miednicy, tendencja do tyłopochylenia miednicy po stronie niedowładnej lub „gorszej”, oraz większe obciążanie kończyny zdrowej lub „lepszej”. Typ progravitacyjny charakteryzuje się natomiast kątowym ustawieniem linii barków i miednicy, tendencją do wyraźnego przodopochylenia miednicy po stronie niedowładnej lub „gorszej” oraz nawykowym przeciążaniem kończyny niedowładnej lub „gorszej”. Szczegółowy opis tego zagadnienia jest przedmiotem odrębnej publikacji [6].

Wykazano w niej istotniejszą zależność efektów terapii BTX-A od manifestowanych przez dziecko wzorców posturalno-lokomocyjnych niż od topografii niedowładów.

Cel pracy

Celem podjętych badań była próba odpowiedzi na następujące pytania: 1. Czy i w jakim stopniu zastosowanie BTX-A wpływa na poprawę parametrów chodu u dzieci z m.p.dz., a w konsekwencji wytworzenie u nich właściwych wzorców ruchowych? 2. Czy i jaki wpływ na poprawę ocenianych parametrów chodu mają kolejno stosowane dawki BTX-A?

Materiał i metodyka badań

Badaniami objęto 31 dzieci (17 dziewcząt i 14 chłopców) z postacią piramidową m.p.dz., które osiągnęły sprawność samodzielnego chodzenia oraz u których nie stwierdzano utrwalonych przykurczy i deformacji kostno-stawowych. Dzieci te były diagnozowane i leczone BTX-A w Klinice Pediatrii i Neurologii Wieku Rozwojowego, w Górnośląskim Centrum Zdrowia Dziecka i Matki w Katowicach w latach 2003–2004. Podział kliniczny chorych oparto na topograficznej klasyfikacji Ingrama. Wiek badanych zawierał się w przedziale od 4. do 17. roku życia. Wśród ocenianych dzieci z niedowładem połowicznym (z hemiparezą) u siedmiu występowała patologia prawostronna, u dziewięciu – lewostronna, a pozostałych piętnastu chorych manifestowało obustronny niedowład kurczowy (diparezę).

Badania przeprowadzono na bieżni ruchomej firmy Kettler. W przypadku braku umiejętności samodzielnego poruszania się chorego na ruchomej bieżni, badanie było przeprowadzone poza bieżnią. Do trójpłaszczyznowej analizy chodu wykorzystano ultradźwiękowy system pomiarowy CMS-HS (3D Real Time Gait Analysis) firmy Zebris, współpracujący z oprogramowaniem WinGait. Do badań wykorzystano system 12-czujnikowy z dodatkowymi czujnikami umieszczanymi pod każdą stopą, na przodo- i tyłostopiu. Badani chodzili boso, w tempie dostosowanym do ich możliwości, zwykle z prędkością 2 km/godz.

Przed właściwym pomiarem badany miał możliwość przyswojenia sobie umiejętności chodu na ruchomej bieżni. Z uzyskanego zapisu parametrów chodu do dalszej oceny wybierano fragment 5–8 cykli chodu. Ze wskazanych cykli program komputerowy automatycznie wyliczał średnie odpowiednich parametrów, które

zapisywane były w rutynowych raportach. Z uwagi na dużą liczbę mierzonych przez system parametrów, w dalszych rozważaniach skoncentrowano się tylko na dwóch fragmentach, przedstawiając zasadnicze odstępstwa od ogólnych cech chodu oraz zachowanie się kończyny dolnej podporowej i miednicy na początku fazy podporu (tzw. *initial contact*) oraz w momencie pełnego obciążenia tej kończyny (tzw. *midstance*). Wyniki poddawano dalszej szczegółowej analizie z uwzględnieniem wzorców i norm parametrów chodu [1, 4, 5, 7].

W celu porównania zmian zachodzących pod wpływem zastosowanego leczenia, badania przeprowadzono czterokrotnie: przed podaniem toksyny botulinowej oraz kolejno w dwa tygodnie, w dwa miesiące i cztery miesiące od podania leku. BTX-A podawana była w obrębie kończyny dolnej do mięśni przywodzicieli stawów biodrowych oraz tylnej grupy mięśni podudzia. W uzasadnionych przypadkach (niedowład połowiczy), lek podawany był również do mięśni w obrębie kończyny górnej, tj. do mięśnia dwugłowego ramienia oraz mięśni zginaczy nadgarstka. Stosowano preparaty w dawkach: Botox 3-5 j./kg.m. c. lub Dysport 12-20 j./kg.mc. – na jedną sesję.

Wyniki

Z uwagi na znaczną ilość danych liczbowych dotyczących ocenianych parametrów, w celu czytelnego przedstawienia uzyskanych wyników po wcześniejszej szczegółowej analizie przedstawiono je w niezbędnym skr—cie.

W badaniu wyjściowym niezależnie od dzieci z hemiparezą, u wszystkich badanych z diparezą zaobserwowano różnego stopnia asymetrię funkcjonalną chodu. Biorąc pod uwagę ogólne cechy chodu (na początku okresu obserwacji), asymetria manifestowała się przede wszystkim dłuższym czasem podwójnego podparcia w sytuacji, gdy kończyną wykroczną była kończyna niedowładna bądź „gorsza”. W związku z tym zaburzony został też rytm przenoszenia i podporu. U wszystkich badanych najwyraźniej zaznaczona była tendencja do skracania fazy przenoszenia bardziej po stronie „lepszey”. Fizjologicznie faza przenoszenia stanowi ok. 40% czasu trwania cyklu chodu symetrycznie. W odniesieniu do całości grupy dzieci z hemiparezą, przenoszenie „kończyny lepszej” zajmowało średnio 32,6% czasu trwania cyklu, a niedowładnej: 35,25%, natomiast w całości grupy dzieci z niedowładami obu kończyn dolnych faza przenoszenia „kończyną dolną lepszą” wynosiła 32,6%, a „gorszą” 33,8% czasu trwania cyklu. Po dokonaniu podziału badanych na podgrupy dzieci z wzorcami antygravitacyjnymi oraz progravitacyjnymi stwierdzono, że różnice czasu trwania fazy podwójnego podporu i przenoszenia

kończyny „lepszey” są nieco wyraźniejsze w podgrupie przedstawiającej wzorce progravitacyjne. Różnica pomiędzy „lepszą” i „gorszą” stroną w fazie przenoszenia dla „hemiparez progravitacyjnych” wynosiła 8,2%, a antygravitacyjnych: 7,2%. W przypadku „diparez progravitacyjnych”: 1,66%, a antygravitacyjnych: 0,81% czasu trwania cyklu.

Analogiczne parametry po podaniu toksyny botulinowej przedstawiały się następująco.

W pierwszym badaniu kontrolnym (2 tygodnie od ostrzyknięcia) wskaźniki opisujące symetrię chodu w całej badanej grupie uległy pewnej normalizacji, aczkolwiek nie we wszystkich podgrupach w jednakowym stopniu. Najwyraźniej we wszystkich grupach poprawiła się symetria czasu przenoszenia kończyn – czas ten zbliżył się nieco do normy. Przenoszenie i podpór stały się bardziej symetryczne w „hemiparezach antygravitacyjnych” (różnica fazy przenoszenia pomiędzy kończyną dolną „lepszą” i „gorszą” zmniejszyła się z 7,2% na 5,7% czasu trwania cyklu chodu), a w progravitacyjnych poprawa ta była mniejsza (z 8,5% na 7,2%).

W kolejnych badaniach (a zwłaszcza po czterech miesiącach) w podgrupie „hemiparez antygravitacyjnych” odnotowano wyraźną poprawę symetrii przenoszenia i podporu (różnica w fazie przenoszenia w 3. i 4. badaniu wynosiła 4,4 i 3,6% czasu trwania cyklu chodu), podczas gdy w drugiej podgrupie poprawy nie odnotowano, a wręcz nieznaczne pogorszenie (w 3. badaniu: 8,1%, w 4. badaniu: 8,8%). W diparezach natomiast we wszystkich badaniach kontrolnych stosunkowo symetryczne było przenoszenie, ale ciągle zbyt krótkie, za to podpór tylko w drugim badaniu kontrolnym (po dwóch miesiącach) był bardziej symetryczny. Pełne zestawienie omawianych parametrów chodu przedstawiono w tabeli I i II.

Analiza zmian wybranych wyznaczników chodu wykazała, iż po podaniu botuliny u dzieci z hemiparezą, grzbietowe zgięcie stopy rejestrowane na początku fazy podporu nieznacznie się poprawiło, by po dwóch miesiącach przejściowo się pogorszyć (zwłaszcza u reprezentujących wzorce progravitacyjne (-2,9°). Po czterech miesiącach od podania BTX-A w omawianej podgrupie stało się ono prawidłowe (2,3°), a w „hemiparezach antygravitacyjnych” pozostało ograniczone (-2,9°). W całej grupie niedowładów połowicznych w fazie pełnego podporu nie odnotowano ograniczenia zgięcia grzbietowego żadnej ze stóp. (tab. III).

W diparezach natomiast ograniczenia kątów zgięcia na początku fazy podporu dotyczyły wyłącznie stopy po stronie gorszej i to tylko wśród reprezentujących wzorce antygravitacyjne (-7,4°). W dwóch pierwszych badaniach kontrolnych odnotowano wyraźną poprawę, kolejno: (-0,4°) i (0,7°), ale po czterech miesiącach na

Tab. I. Średnie wartości czasu trwania ocenianych faz chodu w kolejnych badaniach chodu dzieci z hemiparezą. *Mean time parameters values of gait phases at initial contact during following investigation in group of hemiparetic children*

Podgrupa	Parametr	Kolejne badania							
		Kończyna dolna zdrowa				Kończyna dolna niedowładna			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Hemiparezy antygrawitacyjne	PP (sek)	0,23	0,35	0,31	0,33	0,26	0,38	0,39	0,35
	FPrz (%)	30,6	32,6	33,3	34,1	37,8	38,3	37,7	37,1
	FPO (%)	69,4	67,4	66,7	65,9	62,2	61,7	62,3	62,9
Hemiparezy progravitacyjne	PP (sek)	0,20	0,23	0,31	0,36	0,25	0,27	0,38	0,39
	FPrz (%)	32,7	34,9	31,7	31,7	41,2	42,1	39,8	40,5
	FPO (%)	67,3	65,1	68,3	68,8	58,8	57,9	60,2	59,5

Tab. II. Średnie wartości czasu trwania ocenianych faz chodu w kolejnych badaniach chodu dzieci z diparezą. *Mean time parameters values at initial contact during following investigation in group of diparetic children*

Podgrupa	Parametr	Kolejne badania							
		Kończyna dolna lepsza				Kończyna dolna gorsza			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Diparezy antygrawitacyjne	PP (s)	0,22	0,25	0,36	0,29	0,20	0,22	0,33	0,27
	FPrz (%)	34,60	36,80	35,70	35,00	35,44	34,30	35,22	36,44
	FPO (%)	65,40	63,20	64,30	65,00	66,33	65,70	64,78	63,56
Diparezy progravitacyjne	PP (s)	0,24	0,26	0,22	0,27	0,24	0,27	0,25	0,26
	FPrz (%)	30,56	32,67	34,20	31,56	32,22	31,00	34,22	34,22
	FPO (%)	69,44	67,33	65,80	68,33	68,67	68,89	65,78	65,78

Objaśnienia stosowanych skrótów:

PP – czas fazy podwójnego podporu.

F Prz – procentowa wartość czasu fazy przenoszenia w cyklu chodu.

Norma: F Prz – trwa do 40% czasu trwania cyklu chodu.

F Po – procentowa wartość czasu fazy podporu.

Norma: F Po – trwa do 60% czasu trwania cyklu chodu.

Tab. III. Średnie wartości kątów zgięcia w stawach kończyn dolnych w fazie initial contact (IC) w czasie kolejnych badań w grupie dzieci z hemiparezą. *Mean kinematics parameters at initial contact during following investigation in group of hemiparetic children*

Podgrupa	Kąt zgięcia w stawie w fazie IC – w stopniach	Kolejne badania							
		Kończyna dolna zdrowa				Kończyna dolna niedowładna			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Hemiparezy antygrawitacyjne	ST sk	4,20	4,80	2,80	4,30	(-0,8)	(-0,5)	-2,20	-2,90
	ST ko	23,50	23,30	23,60	22,10	30,0	29,0	22,70	22,10
	ST bio	22,0	23,10	23,6	25,50	25,40	25,60	26,30	23,40
Hemiparezy progravitacyjne	ST sk	3,50	-1,46	4,32	2,56	-2,10	-1,20	-2,90	2,30
	ST ko	25,90	17,60	23,10	23,60	27,20	24,10	22,50	25,0
	ST bio	25,50	22,50	24,30	27,10	23,50	24,60	20,50	24,0

Objaśnienia stosowanych skrótów:

ST sk – staw skokowy, ST ko – staw kolanowy, ST bio – staw biodrowy.

odmianę wyraźne pogorszenie ($-4,6^0$). Podczas pełnego podporu w tej podgrupie kąt zgięcia w stawie skokowym stopy „lepszey” w dwóch kolejnych badaniach ulegał pogorszeniu ($-0,6^0$ i $-1,9^0$), zaś po czterech miesiącach stwierdzono jego zakres prawidłowy ($7,2^0$), natomiast ograniczona ruchomość stopy po stronie „gorszej” w podgrupie antygrawitacyjnej ($-6,5^0$) we wszystkich badaniach sukcesywnie się poprawiała, uzyskując kolejno wartości ($-1,8^0$), ($2,4^0$), i ($5,1^0$) – tabela IV.

U wszystkich badanych stwierdzono ograniczenie fizjologicznego opadania miednicy wówczas, gdy wykrocza była kończyna zdrowa lub lepsza oraz ograniczenie jej rotacji w sytuacji odwrotnej. Ogólnie zaznaczyła się tendencja do pozostawiania w tyle miednicy strony niedowładnej podczas wyroku tą kończyną, co skracało długość kroku po tej stronie ciała. Zgięcie biodra było natomiast w ocenianym fragmencie cyklu chodu mniejsze po stronie niedowładnej bądź „gorszej”. Powyższe nieprawidłowości były zróżnicowane w obu badanych grupach. Ograniczenia rotacji miednicy u dzieci z hemiparezą były większe niż w grupie dzieci z diparezą, natomiast w tej ostatniej rotacja miednicy była lepsza w stronę mniej sprawną z nieznacznie zaznaczoną tendencją do obustronnego upośledzenia opadania miednicy. W grupie „diparez antygrawitacyjnych” zginanie biodra po stronie „gorszej” było relatywnie bardziej ograniczone niż po stronie niedowładnej w hemiparezach.

Podział na podgrupy czynnościowe ujawnił natomiast, że obserwowane u wszystkich badanych odchylenia od normy były wyraźniejsze wśród dzieci reprezentujących wzorce prograwitacyjne, ale podział na podgrupy uwzględniające topografię niedowładów pokazał, że nie jest to prawidłowość uniwersalna. Pośród badanych z hemiparezą powyższe nieprawidłowości były bardziej nasilone u chorych reprezentujących wzorce antygrawitacyjne. Dla dzieci z niedowładem obu kończyn dolnych i wzorcem prograwitacyjnym najbardziej charakterystyczne było natomiast nadmierne rotowanie miednicy (zwłaszcza podczas wyroku „kończyną lepszą”).

W ocenianym fragmencie cyklu chodu u wszystkich badanych, zakres zgięcia kolana był większy po stronie niedowładnej lub „gorszej”, natomiast po stronie tej ograniczone było grzbietowe zgięcie stopy. Poza paroma wyjątkami nie odnotowano tu jednak znaczącego zróżnicowania wyników w poszczególnych grupach badanych. Wyjątek taki stanowiło nadmierne zgięcie kolana „gorszego” w diparezach o wzorcu prograwitacyjnym oraz większe ograniczenie grzbietowego zgięcia stopy w hemiparezach o takim samym wzorcu i na odmianę w diparezach o wzorcu antygrawitacyjnym.

W okresie pełnego podporu parametry te zachowywały się dość charakterystycznie. U dzieci z hemipare-

zą biodro po stronie niedowładnej było nieco bardziej zgięte niż po stronie przeciwnej, natomiast kolano nieco bardziej wyprostowane. Nadmierne było grzbietowe zgięcie stopy po stronie zdrowej i równie wyraźne po stronie niedowładnej. Nadal ograniczone było opadanie miednicy, szczególnie wyraźne w „hemiparezach antygrawitacyjnych”. W tym samym fragmencie cyklu chodu w diparezach biodro po stronie „lepszey” ustawione było podobnie jak w hemiparezach, natomiast po stronie „gorszej” było w niewielkim przeprosście w „diparezach antygrawitacyjnych” i w wyraźnym zgięciu w prograwitacyjnych. Podobnie zachowywało się kolano. Było ono mniej zgięte w „diparezach antygrawitacyjnych” i bardziej w prograwitacyjnych – zwłaszcza po stronie gorszej. W tym też okresie ograniczenie zginania grzbietowego stopy dotyczyło wyłącznie „diparez prograwitacyjnych” – także w większym stopniu po stronie gorszej – tabela V i VI.

Dość charakterystyczne zmiany stwierdzono u badanych w zakresie rotacji miednicy. W grupie dzieci z niedowładem połowicznym wyrok kończyną zdrową powodował zawsze zbyt dużą rotację miednicy, większą w „hemiparezach antygrawitacyjnych”. Podczas wyroku kończyną „niedowładną” miednica nie dochodziła nawet do linii prostopadłej do kierunku chodu. Zawsze notowano więc ujemne wartości jej rotacji. Na początku nieprawidłowość ta była również istotniejsza w „hemiparezach antygrawitacyjnych”. Po podaniu toksyny botulinowej w podgrupie tej zarejestrowano sukcesywne zmniejszanie się deficytu rotacji miednicy, ale nie odnotowano wartości dodatnich tego parametru. U osób wykazujących wzorce prograwitacyjne obserwowano natomiast ciągle pogarszanie się tego wskaźnika (ryc. 1).

W grupie niedowładów obejmujących obie kończyny dolne, kończyna „lepsza” zachowywała się podobnie jak zdrowa w hemiparezach. W „diparezach antygrawitacyjnych” na początku obserwowano nadmierną rotację miednicy, która po podaniu botuliny uległa normalizacji. W drugiej podgrupie (prograwitacyjnej) początkowo obserwowano zbyt dużą rotację z wyraźnym jej wzrostem w drugim i trzecim badaniu, następnie zaś powrót do stanu wyjściowego w badaniu czwartym. Po stronie kończyny „gorszej” ta ostatnia podgrupa wykazywała początkowo subtelny niedostatek rotacji miednicy po czym w badaniu trzecim i czwartym nastąpił powrót do normy. W „diparezach antygrawitacyjnych” przed podaniem BTX-A i w pierwszym badaniu kontrolnym notowano ujemne wartości rotacji miednicy, które w kolejnych badaniach zbliżyły się do normy (ryc. 2).

Tab. IV. Średnie wartości kątów zgięcia w stawach kończyn dolnych w fazie initial contact (IC) w czasie kolejnych badań w grupie dzieci z diparezą. *Mean kinematics parameters at initial contact during following investigation in group of diparetic children*

Podgrupa	Kąt zgięcia w stawie w fazie IC- w stopniach	Kolejne badania							
		Kończyna dolna lepsza				Kończyna dolna gorsza			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Diparezy antygrawitacyjne	ST sk	2,00	1,50	1,60	0,30	-7,40	-0,40	0,70	-4,60
	ST ko	23,50	23,30	23,60	22,10	29,00	29,0	22,70	22,0
	ST bio	24,80	26,20	24,80	27,60	22,80	24,30	23,20	26,0
Diparezy progravitacyjne	ST sk	3,50	3,60	5,50	4,00	4,20	2,00	5,40	1,60
	ST ko	25,30	17,60	23,10	23,60	27,20	24,20	22,50	25,0
	ST bio	24,70	23,40	23,90	23,50	22,0	27,80	26,10	23,20

Objaśnienia stosowanych skrótów:

ST sk – staw skokowy, ST ko – staw kolanowy, ST bio – staw biodrowy.

Tab. V. Średnie wartości kątów zgięcia w stawach kończyn dolnych w fazie midstance (MSt) w czasie kolejnych badań w grupie dzieci z hemiparezą. *Mean kinematics parameters at midstance during following investigation in group of hemiparetic children*

Podgrupa	Parametr w fazie MSt	Kolejne badania							
		Kończyna dolna zdrowa				Kończyna dolna niedowładna			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Hemiparezy antygrawitacyjne	ST sk	11,70	10,60	11,70	12,50	7,70	8,50	6,50	13,0
	ST ko	15,20	16,70	18,0	17,40	15,20	9,90	14,70	24,70
	ST bio	5,30	6,60	6,60	9,30	7,10	3,60	9,80	8,0
Hemiparezy progravitacyjne	ST sk	10,10	9,30	8,60	10,30	8,60	7,70	8,80	10,80
	ST ko	16,20	12,60	12,90	17,30	15,70	12,50	13,80	20,90
	ST bio	4,90	3,0	4,0	7,20	6,60	6,20	10,30	8,0

Objaśnienia stosowanych skrótów:

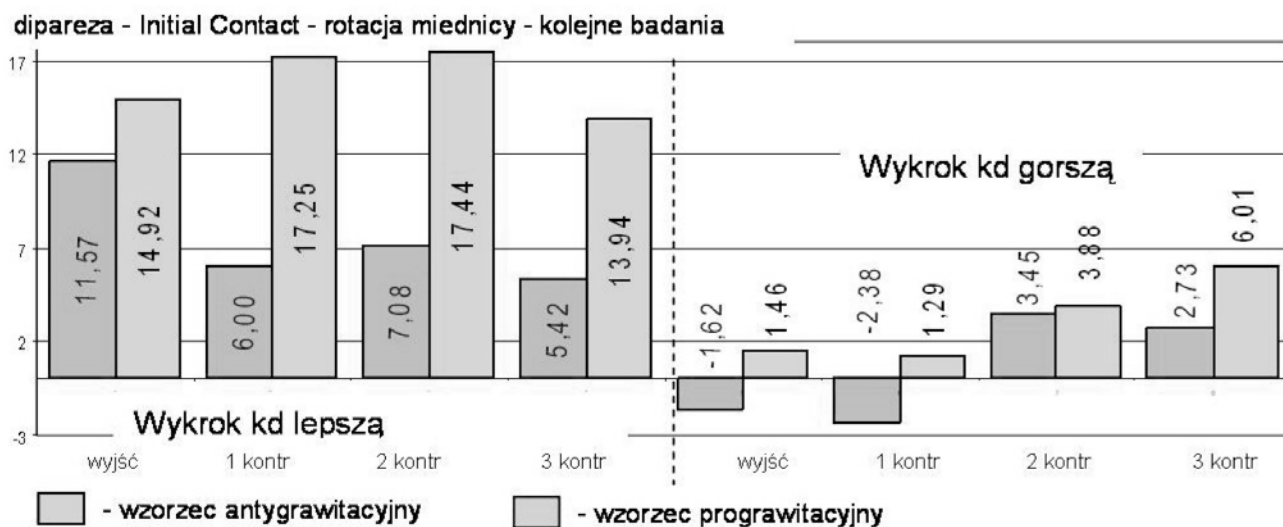
ST sk – staw skokowy, ST ko – staw kolanowy, ST bio – staw biodrowy.

Tab. VI. Średnie wartości kątów zgięcia w stawach kończyn dolnych w fazie midstance (MSt) w czasie kolejnych badań w grupie dzieci z diparezą. *Mean kinematics parameters at midstance during following investigation in group of diparetic children*

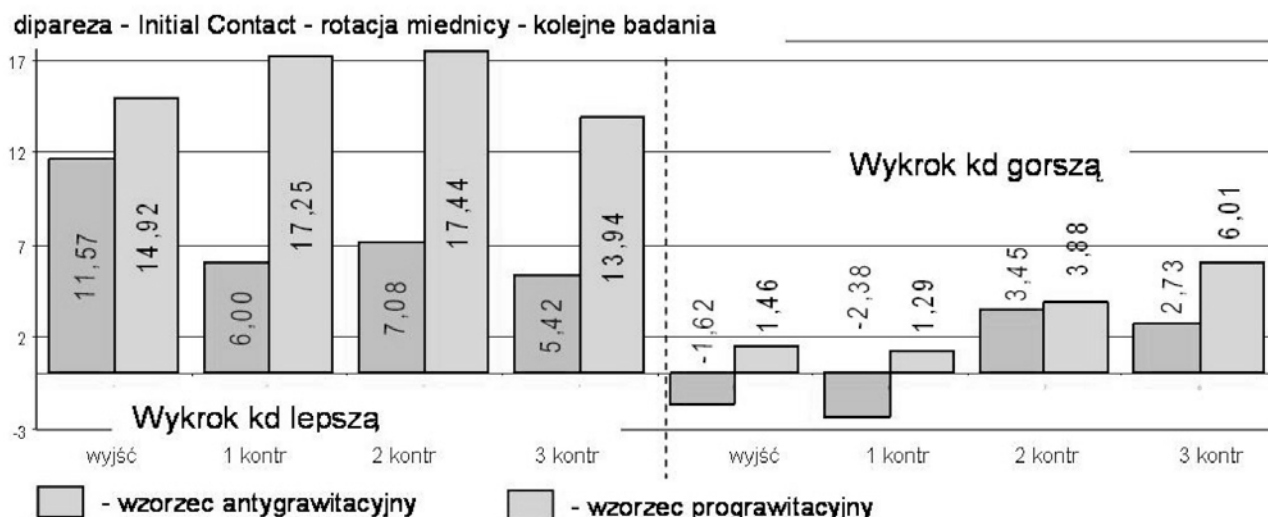
Podgrupa	Parametr w fazie MSt	Kolejne badania							
		Kończyna dolna lepsza				Kończyna dolna gorsza			
		0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.	0	2 tyg.	2 mies.	4 mies.
Diparezy antygrawitacyjne	ST sk	-0,60	-0,60	-1,90	7,20	-6,50	-1,80	2,4	5,1
	ST ko	23,5	23,3	23,6	22,1	29,0	29,0	22,7	22,0
	ST bio	5,2	3,6	5,6	4,0	-0,8	2,9	0	-0,2
Diparezy progravitacyjne	ST sk	9,47	12,4	11,1	11,5	7,4	10,4	9,3	7,8
	ST ko	25,3	17,6	23,1	23,6	27,2	24,2	22,5	25,0
	ST bio	4,4	6,1	5,9	6,0	9,6	6,1	5,9	6,3

Objaśnienia stosowanych skrótów: ST sk – staw skokowy, ST ko – staw kolanowy, ST bio – staw biodrowy.

Ryc. 1. Średnie wartości kątów rotacji miednicy w fazie initial contact w płaszczyźnie poprzecznej w kolejnych badaniach w grupie dzieci z hemiparezą. *Mean angular values of pelvic rotation during initial contact during following investigation in group of hemiparetic children*



Ryc. 2. Średnie wartości kątów rotacji miednicy w fazie initial contact w płaszczyźnie poprzecznej w kolejnych badaniach w grupie dzieci z diparezą. *Mean angular values of pelvic rotation during initial contact during following investigation in group of diparetic children*



Dyskusja

Już wstępna ocena sposobu poruszania się dzieci z m.p.dz. utwierdza nas w przekonaniu, iż mamy u nich do czynienia z zaburzonym wzorcem chodu. Nieprawidłowości te są jednak wpisane w obraz m.p.dz. Wykazują one wprawdzie pewien związek zarówno z topografią niedowładów, jak i z wytworzonym wzorcem zachowań posturalno-lokomocyjnych, ale indywidualne tendencje są przy tym różnorodne. Właściwie każde dziecko przedstawiało indywidualny wzorec kompensowania swoich niedostatków lokomocyjnych, a tylko ogólna tendencja tej samoistnej kompensacji była zbliżona w poszczególnych podgrupach badanych.

Zastosowanie toksyny botulinowej dość szybko nie tyle uwolniło dalsze możliwości kompensacyjne, ile

– co ważniejsze – pozwoliło na pewną optymalizację wyrównywania niedostatków funkcjonalnych, aczkolwiek nie u wszystkich badanych w równie korzystny sposób. U około 10% badanych zaobserwowano bowiem skłonność do poprawy jednego parametru „kosztem” innego, co w ogólnym rozrachunku niekiedy powodowało nawet pogorszenie wzorca lokomocyjnego. Wydaje się, że podanie toksyny stworzyło pewną szansę na poprawę omawianego wzorca. Wykorzystanie jej wymaga jednak takiego sterowania kompensacją, by tworzył się indywidualnie najkorzystniejszy wzorec chodu. Mówiąc inaczej, samo podanie toksyny bez odpowiedniego usprawniania nie da z pewnością oczekiwanych rezultatów.

W pracy dokonano analizy wybranych istotnych elementów cyklu chodu. Pełna analiza cyklu wykra-

cza poza ramy jednego doniesienia. Obserwując chód dzieci z m.p.dz. najłatwiej dostrzec nieprawidłowości w okresie maksymalnego obciążenia stopy kończyny wykroczonej. Istotne są tutaj trzy elementy: pro- lub antygrawitacyjne zachowanie się miednicy oraz układ kolana i stopy. Wstępna analiza tego fragmentu cyklu chodu wykazała wielce zróżnicowane możliwości wzajemnego kompensowania stwierdzanych nieprawidłowości mniej lub bardziej nasilonych w jednym z tych ogniw.

W ostatnim dziesięcioleciu opublikowano wiele doniesień dotyczących zaburzeń chodu dzieci z m.p.dz. [11–17], lub też skuteczności stosowania u nich BTX-A [18–22].

Niestety oba zagadnienia rzadko rozpatrywane są wspólnie. Do równie rzadkich należą opracowania łączące powyższe aspekty z problematyką usprawniania dzieci z m.p.dz., a zwłaszcza sterowania kompensacją w okresie tworzenia się u nich wzorców posturalno-lokomocyjnych. Nasze wcześniejsze doświadczenia sugerują zasadność zainteresowania się kompleksowym ujęciem tego problemu.

Osobna kwestia dotyczy niwelowania spastyczności u chorych z m.p.dz., czemu ma m.in. służyć podawanie toksyny botulinowej. Samo obniżenie tonusu mięśniowego można uzyskać jednak w różny i często tańszy sposób. Od wielu lat w terapii dzieci ze spastyczną postacią m.p.dz. stosowane są leki miorelaksacyjne, podawano domięśniowo fenol lub etanol, przeprowadzane są zabiegi chirurgiczne [23–26].

Truizmem jest stwierdzenie, iż nie ma leku, którego podanie samo spowoduje nabycie właściwych umiejętności ruchowych. Wiadomo natomiast, że poprawę stanu funkcjonalnego dzieci z m.p.dz. można uzyskać tylko poprzez żmudne i merytorycznie poprawne usprawnianie. Z metodycznego punktu widzenia należy więc postrzegać toksynę botulinową jako środek pomocniczy, ułatwiający usprawnianie. W takim ujęciu podawanie jej powinno być podporządkowane celom usprawniania. Nie da się jednak tego osiągnąć bez wnikliwej analizy obserwowanych u poszczególnych dzieci wzorców posturalno-lokomocyjnych i precyzyjnego określenia ogniw łańcucha biokinematycznego, na które należy oddziaływać. Prawdopodobnie nie zawsze korzystne efekty stosowania BTX-A czy innych środków obniżających napięcie mięśniowe spowodowane były brakiem takiej analizy i brakiem odpowiedniego usprawniania.

Wspomniana wcześniej niejednoznaczność statystyczna uzyskanych wyników ma swoje uzasadnienie w sporym zróżnicowaniu tej nielicznej grupy, reprezentującej nie tylko różny rozkład niedowładów, ale też różne wzorce posturalno-lokomocyjne oraz indywidualnie zróżnicowane i trudne do określenia możliwości kompensacyjne badanych.

Szczegółowa analiza chodu badanych dzieci pokazała, że podanie toksyny botulinowej nie w każdym przypadku jest równie korzystne. Sporego przemyślenia i indywidualnego podejścia wymagają przypadki stanowiące wzorce progrowitacyjne, w których obniżenie napięcia mięśniowego może nawet pogorszyć lokomocję dziecka.

Kolejne spostrzeżenie dotyczy faktu niejednakowo długiego działania leku. Okazało się bowiem, że w niektórych przypadkach już po dwóch miesiącach od podania botuliny zaobserwowano cofnięcie się korzystnych objawów, zaś u większości po czterech.

Najważniejszy problem dotyczy jednak tego, iż obserwowano zmiany wynikające niejako z samej kompensacji. Wydaje się, że poprawa lokomocji u badanych byłaby z pewnością istotniejsza i trwalsza, gdyby należycie wykorzystano wpływ podanej BTX-A i w okresie jej działania sterowano kompensacją, ukierunkowując usprawnianie na poprawę najbardziej upośledzonych wyznaczników chodu. Niezmiernie istotne jest przy tym ustalenie, czy przyczyna zaburzonego wzorca chodu tkwi w ograniczeniach zlokalizowanych, bardziej proksymalnie, czy też dystalnie.

Wnioski

1. Terapia BTX-A nie u wszystkich dzieci ze spastyczną postacią m.p.dz. daje jednakowo korzystne rezultaty w odniesieniu do zmiany wzorca chodu.
2. Możliwość poprawy wzorców lokomocyjnych częściowo zależy od uprzednio ukształtowanych u dzieci wzorców posturalno-antygrawitacyjnych.
3. Skuteczność iniekcji BTX-A jest na ogół mniejsza u dzieci reprezentujących wzorce progrowitacyjne, a niekiedy daje wręcz niekorzystne rezultaty.
4. Celowe wydaje się kwalifikowanie dzieci do leczenia toksyną botulinową w oparciu o wstępną analizę wzorców posturalno-motorycznych.
5. Dynamika zmian wzorców posturalno-motorycznych po zastosowaniu BTX-A jest zróżnicowana.

Piśmiennictwo

- [1] Nowotny J., Czupryna K., Domagalska M.: Potrzeby i możliwości wymiernej oceny wyników rehabilitacji dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Rehabilitacja Medyczna*, 2004;8, 4, 11–20.
- [2] Gage J.R.: The role of gait analysis in the treatment of cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.*, 1994;14, 701–702.
- [3] Nowotny J., Czupryna K., Sołtys J.: Ocena zaburzeń chodu u dzieci usprawianych z powodu porażenia mózgowego. *Fizjoterapia Polska*, 2003;3, 2, 189–196.
- [4] Perry J.: *Gait analysis: normal and pathological function*. Thorfare, Slack Inc, 1992.
- [5] Sutherland D., Olshen R., Biden E. et al.: *The Development of Mature Walking*. MacKeith, Oxford UK, 1988.
- [6] Domagalska M., Szopa A., Czupryna K. et al.: Kompensacyjne przemieszczenia poszczególnych segmentów ciała w płaszczyźnie czołowej u dzieci z mózgowym porażeniem. *Fizjoterapia Polska*, 2005;5, 2, 127–133.
- [7] Nowotny J., Domagalska M., Czupryna K. et al.: Niektóre wzorce postawy a zaburzenia lokomocji u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym – w druku.
- [8] DeLuca P.A.: Gait analysis in the treatment of the ambulatory child with cerebral palsy. *Clin. Orthopaed.*, 1991;264, 65–75.
- [9] Gage J.R.: *Gait Analysis in Cerebral Palsy*. MacKeith Press, London 1991.
- [10] Gage J.R.: *The Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy*. Cambridge University Press, Cambridge 2004.
- [11] Cottalorda J., Gautheron V., Metton G. et al.: Toe-walking in children younger than six years with cerebral palsy. The contribution of serial corrective casts. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 2000;82, 541–544.
- [12] Holt K., Fonseca S., LaFiandra M.: The dynamics of gait in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: theoretical and clinical implications. *Hum. Mov. Sci.*, 2000;19, 375–405.
- [13] Skrotzky K.: Gait analysis in cerebral palsied and nonhandicapped children. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1983;64, 291–295.
- [14] Berger W., Quintern J., Dietz V.: Pathophysiology of gait in children with cerebral palsy. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 1982;53, 538–548.
- [15] Leonard C., Hirschfeld H., Forssberg H.: The development of independent walking in
- [16] Hailey D., Tomie J.: An assessment of gait analysis in the rehabilitation of children with walking difficulties. *Disability and Rehabilitation*, 2000;22(6), 275–280.
- [17] Gormley M., Gaebler-Spira D., Delgano M.: Use of botulinum toxin type A in pediatric patients with cerebral palsy: a three-center retrospective chart review. *J. Child Neurol.*, 2001;16, 113–118.
- [18] Jefferson R.J.: Botulinum toxin in the management of cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.*, 2004;46, 491–499.
- [19] Boyd R.N., Graham H.K.: Botulinum toxin A in the management of children with cerebral palsy: indications and outcome. *Eur. J. Neurol.*, 1997;4, 15–22.
- [20] Chutorian A., Root L.: Management of spasticity in children with botulinum-A toxin. *Intl. Pediatrics.*, 1994;9, 35–43.
- [21] Chutorian A., Root L.: BTA Study Group: A multicentered, randomized, double-blind, placebo-controlled trial of botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in pediatric cerebral palsy. *Mov Disord.*, 1995;10, 364 (Abstract).
- [22] Gracies J., Elovic E., McGuire J. et al.: Traditional pharmacological treatments for spasticity part I: local treatments. *Muscle Nerve*, 1997;20.
- [23] Alfieri V.: Electrical treatment of spasticity”. *Scand J. Rehabil. Med.*, 1982;14, 177–182.
- [24] Felsenthal G.: Pharmacology of phenol in peripheral nerve blocks: a review. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1974;55, 13–16.
- [25] Tardieu G., Tardieu C., Hariga J. et al.: Treatment of spasticity by injection of dilute alcohol at the motor point or by epidural route. *Dev. Med. Child Neurol.*, 1968;10, 555–568.

Adres autora:

Katedra i Zakład Fizjoterapii Śląskiej Akademii Medycznej
ul. Medyków 12
40-752 Katowice
e-mail: fizjoterapia@slam.katowice.pl