

Jakub Sławomir Gąsior^{1,2}, Piotr Jelen³, Mariusz Pawłowski^{1,2}, Marcin Bonikowski²

Trening siłowy w rehabilitacji osób dorosłych z mózgowym porażeniem dziecięcym

Strength training as a form of rehabilitation in adults with cerebral palsy

¹ Klinika Kardiologii Oddziału Fizjoterapii, II Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska

² Oddział Rehabilitacji Neurologicznej, Mazowieckie Centrum Neuropsychiatrii, Zagórze k. Warszawy, Polska

³ Zakład Biofizyki i Fizjologii Człowieka, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska

Adres do korespondencji: Jakub Sławomir Gąsior, Klinika Kardiologii Oddziału Fizjoterapii, II Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Szpital Bielański, ul. Ceglowska 80, 01-809 Warszawa, tel.: +48 793 199 222, e-mail: jgasiors@wum.edu.pl

Streszczenie

W artykule zaprezentowano przegląd piśmiennictwa dotyczącego zastosowania treningu siłowego kończyn dolnych w rehabilitacji dorosłych pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym. W tym celu przeszukano medyczne bazy danych przy użyciu słowa kluczowego „mózgowe porażenie dziecięce” w połączeniu ze słowami „dorośli”, „osoby dorosłe”, „młodzi dorośli”, „trening siłowy”, „progresywny trening siłowy” i „trening oporowy”. Zidentyfikowano dziewięć publikacji, do analizy wybrano zaś siedem badań spełniających kryteria włączenia. Poziom dowodu naukowego zaakceptowanych badań oceniono z wykorzystaniem kryteriów zaproponowanych przez Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. Wyniki przedstawiono zgodnie z Międzynarodową Klasyfikacją Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia na trzech poziomach – struktury, aktywności i partycypacji – w formie tabelarycznej. Biorąc pod uwagę wyniki badań innych niż randomizowane, można stwierdzić, że trening siłowy u dorosłych z mózgowym porażeniem dziecięcym prowadzi do wzrostu siły mięśniowej oraz wpływa na poprawę aktywności, mobilności i uczestnictwa w życiu społecznym. Powyższe rezultaty nie zostały jednak do tej pory wystarczająco potwierdzone w pracach randomizowanych. Należy podkreślić, że zastosowane protokoły treningu siłowego nie wywołały negatywnych efektów na poziomie spastyczności i biernego zakresu ruchu. Maksymalizacja korzyści płynących z treningu siłowego w grupie osób dorosłych z mózgowym porażeniem dziecięcym wymaga rozstrzygnięcia szeregu kwestii, dotyczących m.in. szczegółowej charakterystyki pacjentów, protokołu treningowego i potencjalnych czynników kontekstowych mogących wpływać na efektywność terapii tego rodzaju.

Słowa kluczowe: mózgowe porażenie dziecięce, trening siłowy, dorośli, rehabilitacja, fizjoterapia

Abstract

This article is a review of the literature concerning the use of lower limb strength training in adults with cerebral palsy. Medical databases were searched using the following keyword sequences: “cerebral palsy,” “adults,” “young adults,” “strength training,” “progressive strength training” and “resistance training.” Nine publications were identified, and seven met our inclusion criteria. The level of evidence of the accepted studies was rated using the criteria propose by Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. The results were presented in a table according to the International Classification of Functioning, Disability and Health at three levels: structure, activity and participation. Based on the results of non-randomised studies, it can be stated that strength training in adults with cerebral palsy leads to increased muscle strength in the lower limbs and improves patient’s activity and participation without adverse effects such as increased spasticity or a passive range of motion decline. However, these results have not been clearly confirmed in randomised clinical trials. To achieve the maximum benefits of strength training in adults with cerebral palsy, a number of issues must still be addressed, e.g. the detailed characteristics of patients with cerebral palsy, a training protocol and potential contextual factors that may influence the effectiveness of this kind of therapy.

Key words: cerebral palsy, strength training, adults, rehabilitation, physiotherapy

WSTĘP

Rehabilitacja w mózgowym porażeniu dziecięcym

Mózgowe porażenie dziecięce (MPD) to grupa zaburzeń rozwoju ruchu i postawy powodujących ograniczenie aktywności dnia codziennego (Rosenbaum *et al.*, 2007). W wyniku uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego (OUN) w okresie płodowym lub niemowlęcym u pacjentów z MPD można zaobserwować objawy motoryczne nadmiarowe/dodatnie (*positive motor signs*), takie jak tiki, drżenie i hipertonia, jak również objawy negatywne (*negative motor signs*), m.in. osłabienie siły mięśniowej, utratę selektywnej kontroli motorycznej, ataksję czy dyspraksję (Sanger *et al.*, 2006). Wyniki badań rejestracyjnych pokazują, że około 90% pacjentów z MPD charakteryzuje się spastycznym typem zaburzeń motorycznych z towarzyszącymi osłabieniem siły mięśniowej, ograniczoną kontrolą motoryczną i selektywnością ruchów (Thomas *et al.*, 2014).

Większość metod leczenia operacyjnego i farmakologicznego, a także metod z zakresu rehabilitacji skupia się na zmniejszeniu hipertonii (Damiano i Abel, 1998), niemniej obecnie coraz częściej podkreśla się, że osłabienie siły mięśniowej jest głównym czynnikiem ograniczającym mobilność i funkcjonowanie w tej grupie pacjentów (Ross i Engsborg, 2007). Dowiedziono, że pacjenci z MPD cechują się mniejszą siłą mięśniową kończyn dolnych (de Groot *et al.*, 2012), później osiągają poziom siły mięśniowej potrzebny do wykonywania podstawowych czynności życia codziennego i tracą go wcześniej niż zdrowo rozwijający się rówieśnicy (Shortland, 2009). Osłabienie siły mięśniowej u pacjentów z MPD negatywnie wpływa na poziom mobilności podczas codziennych aktywności w życiu społecznym (Dallmeijer *et al.*, 2015).

W związku z powyższym wzrosło ostatnio zainteresowanie treningiem siłowym (TS) jako formą rehabilitacji zarówno dzieci i młodzieży (Gąsior *et al.*, 2013), jak i dorosłych pacjentów z MPD (Taylor *et al.*, 2013). TS stosuje się w wielu dyscyplinach sportowych i dziedzinach medycyny (Westcott, 2012). Głównym celem jest zwiększenie siły mięśniowej, co ma znaleźć odzwierciedlenie w poprawie m.in. osiągnięć sportowych, ogólnej sprawności fizycznej i samooceny oraz zwiększeniu niezależności funkcjonalnej (Westcott, 2012). TS może poprawiać funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego, wspierać prewencję cukrzycy typu 2 i być skutecznym w zmniejszaniu bólu (Westcott, 2012). W grupie pacjentów z zaburzeniami neurologicznymi założeniem TS jest wzrost siły mięśniowej, prowadzący do zwiększenia możliwości wykonywania nowych czynności dnia codziennego i (lub) precyzyjniejszego, i (lub) dłuższego, i (lub) częstszego realizowania dotychczasowych aktywności ruchowych (Andersson *et al.*, 2003; Bania *et al.*, 2015; Taylor *et al.*, 2013).

Cel pracy i przyjęte metody analizy źródeł

W krajowej literaturze naukowej z zakresu neurologii brakuje doniesień dotyczących stosowania szczegółowo opisanego TS u osób dorosłych z MPD. Za cel niniejszej pracy przyjęto więc przedstawienie tego sposobu rehabilitacji oraz jego krótko- i długoterminowego wpływu na stan pacjentów na podstawie aktualnego światowego piśmiennictwa. Praca może okazać się przydatna dla zespołów zajmujących się terapią tych pacjentów – pomóc w rozszerzeniu i (lub) uaktualnieniu zakresu metod rehabilitacji ruchowej.

Przeszukano medyczne bazy danych MEDLINE, PubMed, Embase, PEDro i Cochrane pod kątem występowania słowa kluczowego „mózgowe porażenie dziecięce” (*cerebral palsy*) w połączeniu ze słowami „dorośli”/„osoby dorosłe” (*adults*), „młodzi dorośli” (*young adults*), „trening siłowy” (*strength training, strengthening*), „progresywny trening siłowy” (*progressive strength training*) i „trening oporowy” (*resistance training*).

Niniejszy przegląd piśmiennictwa skupia się na TS kończyn dolnych, jednak z powodu małej liczby dostępnych publikacji poświęconych wyłącznie tej tematyce postanowiono włączyć do analizy badania, w których połączono TS kończyn dolnych i kończyn górnych. Zgodnie ze wstępnymi założeniami wyniki przedstawiono tylko dla efektów TS kończyn dolnych. Dodatkowym kryterium włączenia danej pracy do przeglądu literatury była data opublikowania: od stycznia 1987 roku (pierwsza publikacja dotycząca zagadnienia) do listopada 2015 roku. Wyłączono publikacje dotyczące TS po zabiegach chirurgicznych i te porównujące lub łączące TS z inną formą rehabilitacji. Ze względu na duże zróżnicowanie prac spełniających przyjęte kryteria – dotyczące zarówno wieku pacjentów, formy MPD, intensywności i czasu trwania treningu siłowego, jak i narzędzi badawczych służących do analizy jego skutków – nie przeprowadzono analizy ilościowej (metaanalizy).

Jakość badań oceniano na podstawie kryteriów zaproponowanych przez Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, CEBM (Phillips *et al.*, 2001). Wyniki badań przedstawiono z uwzględnieniem poziomów Międzynarodowej Klasyfikacji Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia – *International Classification of Functioning, Disability and Health*, ICF (Rosenbaum i Stewart, 2004). Decyzje kliniczne zgodne z zasadami medycyny bazującej na faktach (*evidence-based medicine*, EBM) powinny się opierać na najlepszej dostępnej wiedzy, ugruntowanej badaniami naukowymi wysokiej jakości (Victora *et al.*, 2004). Jakość badań według Oxford CEBM zależy od typu projektu badawczego. Pierwszy (najwyższy) poziom dotyczy badań randomizowanych (*randomised controlled trials*, RCT). Poziom drugi odnosi się do niskiej jakości badań randomizowanych (*low quality RCT*) i wysokiej jakości badań kohortowych (*high quality cohort studies*). Trzeci poziom obejmuje badania kliniczno-kontrolne (*case-control*

studies), wreszcie czwarty – serie przypadków (*case series*, *clinical series*), słabej jakości badania kliniczno-kontrolne (*poor case-control studies*) oraz opisy przypadków (*case reports*) (Phillips *et al.*, 2001).

Rezultaty przedstawiono zgodnie ze strukturą ICF, czyli w odniesieniu do struktury ciała ludzkiego, aktywności człowieka jako jednostki i jego uczestnictwa (partycypacji) w życiu codziennym (Rosenbaum i Stewart, 2004). Szczegółowe dane zostały zaprezentowane w tab. 1. Rezultaty pokazano w formie graficznej: symbole \uparrow i \downarrow oznaczają odpowiednio istotny statystycznie wzrost i spadek wartości badanej zmiennej w grupie eksperymentalnej, grupie kontrolnej i (lub) grupie eksperymentalnej w porównaniu z kontrolną. Symbol „-” wskazuje na brak zmian istotnych statystycznie. Za symbolem graficznym podano procentową wartość wzrostu bądź spadku znamiennej statystycznie wartości badanej zmiennej w grupie eksperymentalnej i (lub) kontrolnej. Wynik przedzielony znakiem „/” oznacza rezultaty dla prawej/lewej kończyny dolnej. Skrótym wymagające objaśnienia albo rozwinięcia zostały w tabeli oznaczone kolejnymi literami alfabetu (w indeksie górnym).

WYNIKI

Przegląd doniesień badawczych zagranicznych autorów

Medyczne bazy danych

Po przeszukaniu medycznych baz danych zidentyfikowano dziewięć publikacji. Ostatecznie szczegółowej analizie poddano siedem, które spełniały kryteria włączenia do przeglądu (Allen *et al.*, 2004; Andersson *et al.*, 2003; Bania *et al.*, 2015; Horvat, 1987; Maeland *et al.*, 2009; Taylor *et al.*, 2004, 2013; tab. 1). Badania zespołów Taylora i wsp. oraz Allen i wsp. z 2004 roku dotyczyły tej samej grupy badanych. Z tego powodu w niniejszym przeglądzie przedstawiono wyniki tych prac jako jednego, wspólnego badania. Taylor i wsp. w 2013 oraz Bania i wsp. w 2015 roku opublikowali prace, które dotyczyły tej samej grupy badanych i tego samego protokołu interwencji terapeutycznej. Niemniej jednak Bania i wsp. (2015) przeanalizowali wyniki tylko części badanych pacjentów (36 z 48). Z tego względu postanowiono przedstawić wyniki oddzielnie. W tab. 1 zaprezentowano rezultaty trzech prac randomizowanych (RCT) i trzech badań innych niż randomizowane (nRCT). Dwa badania zostały ocenione na poziomie I, po jednym – na poziomach II i III, dwa – na poziomie IV według skali Oxford CEBM (tab. 1, kolumna 2: „Poziom dowodu naukowego”).

Informacja o badanych pacjentach i metodycie treningu siłowego

W przedstawionych badaniach w grupach eksperymentalnych było łącznie 50 pacjentów z MPD w wieku 18–48 lat. Rozpoznano następujące postacie MPD: diplegię spastyczną ($N = 38$), hemiplegię spastyczną ($N = 2$) oraz kwadruplegię atetotyczną ($N = 1$). W jednej pracy nie podano postaci

MPD badanych pacjentów (Maeland *et al.*, 2009). Uczestnicy badań zostali sklasyfikowani według Systemu Klasyfikacji Funkcji Motoryki Dużej (*Gross Motor Function Classification System*, GMFCS) na poziomach II–III. W trzech badaniach nie określono poziomu GMFCS (Allen *et al.*, 2004; Andersson *et al.*, 2003; Horvat, 1987; Taylor *et al.*, 2004; tab. 1, kolumna 3: „Charakterystyka grupy badanej”). Szczegółowy opis TS w poszczególnych badaniach został przedstawiony w tab. 1 (kolumna 4: „Interwencja terapeutyczna”). Czas trwania TS wynosił 8–12 tygodni, z częstotliwością 2–3 razy w tygodniu, liczbą serii wynoszącą 2–4 i liczbą powtórzeń w serii wynoszącą 8–12. Obciążenie TS ustalane na podstawie maksymalnej wielkości obciążenia, z jakim pacjent jest w stanie wykonać 1 powtórzenie (*one-repetition maximum*, 1RM) lub 6 powtórzeń (*six-repetition maximum*, 6RM), oceniono kolejno w czterech (Allen *et al.*, 2004; Andersson *et al.*, 2003; Bania *et al.*, 2015; Taylor *et al.*, 2004, 2013) i jednej pracy (Maeland *et al.*, 2009). Obciążenie rozpoczynano od 60–70% 1RM, a kończono na 80–85% 1RM. Progresję TS zapewniono przy użyciu wolnego obciążenia (Horvat, 1987) lub specjalistycznych maszyn treningowych (Bania *et al.*, 2015; Horvat, 1987; Taylor *et al.*, 2013). Trzy prace w protokole badania zawierały rozgrzewkę i (lub) powysiłkową restytucję albo rozciąganie (Andersson *et al.*, 2003; Horvat, 1987; Maeland *et al.*, 2009). W większości przypadków TS prowadzony był w formie grupowej – w siłowni bądź miejscowym gimnazjum.

Kategorie analizowanych rezultatów

Rezultaty TS przedstawione w analizowanych publikacjach oceniono ze względu na poziomy klasyfikacji ICF: poziom struktury, aktywności i partycypacji (tab. 1, kolumna 6: „Poziom ICF”).

Poziom struktury

We wszystkich badaniach nRCT zaobserwowano wzrost siły mięśniowej i (lub) momentu siły w grupie eksperymentalnej (Allen *et al.*, 2004; Andersson *et al.*, 2003; Horvat, 1987; Taylor *et al.*, 2004). W dwóch z trzech badań nRCT wynik okazał się istotny statystycznie (Andersson *et al.*, 2003; Taylor *et al.*, 2004). W jednym badaniu RCT zanotowano istotny statystycznie wzrost wartości siły mięśniowej po TS w grupie eksperymentalnej w porównaniu z grupą kontrolną (Taylor *et al.*, 2013). W jednym badaniu analizowano wpływ TS na spastyczność – trening nie wpłynął w sposób istotny statystycznie na poziom spastyczności mierzonej zmodyfikowaną skalą Ashwortha (Andersson *et al.*, 2003). Dowiedziono natomiast, że TS może wywierać pozytywny wpływ na bierny zakres ruchu (*range of motion*, ROM). Odnotowano istotne statystycznie zwiększenie ROM w grupie eksperymentalnej podczas ruchów zgięcia i wyprostu w stawie biodrowym (Andersson *et al.*, 2003).

Poziom aktywności

W celu zmierzenia zmian w motoryce dużej w trzech badaniach – dwóch RCT (Maeland *et al.*, 2009; Taylor *et al.*, 2013)

Pierwszy autor, data badania	Poziom dowodu naukowego ^a	Charakterystyka grupy badanej	Protokół treningu siłowego	Ocena	Poziom ICF ^b	Wyniki		
						GE ^c	GK ^d	FU ^e
Hovnat, 1987	IV	GE: N = 1; 21 lat; hemiplegia spastyczna lewostronna	<ul style="list-style-type: none"> - 8 tyg., 3x/tydz., 10 powt. - 13 cw., włączając cw. kkg (5 cw. kkd) - obciążenie pocz. 30% m.c., progresja po 6 tyg. - rozciąganie po TS^f - wolne obciążenie + maszynny treningowe - 10 tyg., 2x/tydz., 3 serie, 10 powt. - 10 cw. - 15 min rozciągania przed TS - progresja 1RM^g - obciążenie od 70% 1RM - siłownia - dodatkowo: dotychczasowy program fizjoterapii 	<p>Moment siły mm. [ft·lb/sec]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zginanie st. kolanowego - prostowanie st. kolanowego - wytrzymałość [ft. lbs/sec]: - zginanie st. kolanowego - prostowanie st. kolanowego <p>ROM^h [°]</p>	Struktura	8%/100%		
Andersson i wsp., 2003	III	GE: N = 10; 7 ♂, 3 ♀; 31 lat (23-44); diplegia spastyczna; zaopatrzenie ortopedyczne używane podczas chodu N = 5 GK: N = 7; 4 ♂, 3 ♀; 33 lata (25-47); diplegia spastyczna; zaopatrzenie ortopedyczne używane podczas chodu N = 4	<ul style="list-style-type: none"> - Siła mm. izometryczna (dynamometr) [kg]: - prostowniki st. biodrowego - odwodźciele st. biodrowego - Siła mm. izokinetyczna (dynamometri izokinetyczny) [J]: - prostowniki st. kolanowego, praca koncentryczna (przy Ω = 30°/s) - prostowniki st. kolanowego, praca ekscentryczna (przy Ω = 30°/s) - maksymalny koncentryczny moment siły [Nm] - prostowniki st. kolanowego, praca koncentryczna (przy Ω = 90°/s) - prostowniki st. kolanowego, praca ekscentryczna (przy Ω = 90°/s) - maksymalny koncentryczny moment siły [Nm] - Spastyczność (skala MAS) - ROM (goniometr) [°]: - zgięcie st. biodrowego - wyprost st. biodrowego - zgięcie st. kolanowego - wyprost st. kolanowego 	<p>Sila mm. izometryczna (dynamometr) [kg]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prostowniki st. biodrowego - odwodźciele st. biodrowego <p>Sila mm. izokinetyczna (dynamometri izokinetyczny) [J]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prostowniki st. kolanowego, praca koncentryczna (przy Ω = 30°/s) - prostowniki st. kolanowego, praca ekscentryczna (przy Ω = 30°/s) - maksymalny koncentryczny moment siły [Nm] - prostowniki st. kolanowego, praca koncentryczna (przy Ω = 90°/s) - prostowniki st. kolanowego, praca ekscentryczna (przy Ω = 90°/s) - maksymalny koncentryczny moment siły [Nm] <p>Spastyczność (skala MAS)</p> <p>ROM (goniometr) [°]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zgięcie st. biodrowego - wyprost st. biodrowego - zgięcie st. kolanowego - wyprost st. kolanowego 	Struktura	188%/128%	-/-	-
Taylor i wsp., 2004 oraz Allen i wsp., 2004	IV	GE: N = 10; 7 ♂, 3 ♀; 47,8 roku ± 5,7; diplegia spastyczna N = 5, hemiplegia spastyczna N = 1, kwadriplegia atetotyczna N = 4; zdolność do samodzielnego chodu lub poruszania się na wózku na dystansie co najmniej 10 m bez pomocy	<ul style="list-style-type: none"> - 10 tyg., 2x/tydz., 2 serie, 8-10 powt., 60-90 min, dodatkowo 4 tyg. okresu wprowadzającego do treningu - cw.: kkd (2), kkg (3) tułów (1) - obciążenie 60-80% 1RM - TS grupowy - gimnazjum - brak rozgrzewki i powysiłkowej restytucji 	<p>Motoryka duża (GMFMD I E) [%]</p> <p>Test TUG^k [s]</p> <p>6MWT^l [m/s]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zmęczenie (skala Borga) <p>Sila mm. (1RM) [kg]</p> <p>tSTS^m [s]</p> <p>10MWTⁿ [m/s]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - komfortowa prędkość - szybko <p>Wywiad</p> <p>pozytywne efekty:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wzrost siły mm. - poprawa aktywności fiz. - radość/przyjemność - poprawa ogólnej sprawności i zdrowia <p>Negatywne efekty:</p> <ul style="list-style-type: none"> - brak poprawy aktywności fiz. - zmęczenie - dyskomfort <p>Ocena korzyści z TS (skala VAS^o)</p>	Aktywność	111%	-	↑
						127%	-	↑
						131%	-	↑
						-	-	↑
						122%	-	-
						124%	-	-
						-	-	-
						-	-	-
						N = 9	-	-
						N = 7	-	-
						N = 9	-	-
						N = 3	-	-
						N = 3	-	-
						N = 2	-	-
						N = 4	-	-
						6,7 cm (N = 8)	-	-

i jednym nRCT (Andersson *et al.*, 2003) – wykorzystano skalę oceny funkcjonalnej motoryki dużej (*Gross Motor Function Measure*, GMFM). W badaniu nRCT uzyskano poprawę w połączonych domenach skali GMFM – D (stanie) i E (chodzenie, bieganie i skakanie) – o 11% w grupie eksperymentalnej (Andersson *et al.*, 2003). W badaniach RCT nie zaobserwowano istotnej statystycznie poprawy. W czterech badaniach oceniano wybrane parametry chodu. Tylko w jednym badaniu nRCT odnotowano wynik istotny statystycznie: po 10-tygodniowym TS poprawiła się prędkość chodu mierzona podczas 6-minutowego testu chodu (Andersson *et al.*, 2003).

Oprócz chodu i motoryki dużej oceniano mobilność za pomocą innych testów funkcjonalnych. W jednym badaniu RCT (Taylor *et al.*, 2013) zaobserwowano istotną statystycznie poprawę wyników kwestionariuszy mobilności FMS 5 m (Functional Mobility Scale) oraz FAQ (Functional Assessment Questionnaire). W grupie badań nRCT zarejestrowano istotne statystycznie skrócenie czasu potrzebnego do wykonania testu „wstań i idź” (*timed up and go*, TUG) (Andersson *et al.*, 2003) oraz testu przejścia z pozycji siedzącej do stojącej (*timed sit to stand*, tSTS) (Taylor *et al.*, 2004).

Poziom partycypacji (uczestnictwa w życiu codziennym)

W jednym badaniu nRCT podczas wywiadów z pacjentami zaobserwowano, że TS może mieć zarówno pozytywne, jak i negatywne efekty (Allen *et al.*, 2004). Spośród 10 uczestników z MPD w średnim wieku 48 lat 7 osób zadeklarowało, że 10-tygodniowy grupowy TS poprawia ich aktywność fizyczną, z kolei 3 nie odczuły poprawy. Poprawę siły mięśniowej oraz radość i przyjemność z TS zauważyło u siebie 9 uczestników; 2 pacjentów uznało TS za męczący, a 4 odczuwało dyskomfort w trakcie treningu (Allen *et al.*, 2004).

Długoterminowa ocena efektów

Taylor i wsp. (2013) oraz Bania i wsp. (2015) w swoich badaniach, opartych na tym samym protokole treningowym, oceniali efekt długoterminowy TS. Okres po zaprzestaniu treningu trwał 12 tygodni. Po 12 tygodniach od zakończenia 12-tygodniowego TS zaobserwowano w grupie eksperymentalnej utrzymującą się poprawę wyniku w kwestionariuszu mobilności FMS 5 m (Taylor *et al.*, 2013).

OMÓWIENIE

Rosnąca liczba publikacji anglojęzycznych na temat wykorzystania TS w terapii pacjentów z MPD świadczy o coraz większym zainteresowaniu tym zagadnieniem. W polskiej literaturze specjalistycznej z zakresu neurologii zostało ono podjęte tylko raz – w kontekście TS u dzieci i młodzieży z MPD (Gąsior *et al.*, 2013). W niniejszej pracy przedstawiono więc przegląd światowej literatury dotyczącej wpływu TS na stan dorosłych pacjentów z MPD.

Obecnie podkreśla się, że podczas planowania leczenia i rehabilitacji pacjentów z MPD należy się skupiać na poprawie wyników na poziomie strukturalnym, która będzie prowadziła do poprawy aktywności pacjenta, jego mobilności i uczestnictwa w życiu codziennym (Rosenbaum i Stewart, 2004). Na podstawie analizy wyników badań włączonych do niniejszego przeglądu literatury nie można jednoznacznie potwierdzić ani odrzucić hipotezy o skuteczności TS kończyn dolnych na poziomie strukturalnym, a tym bardziej w kontekście poprawy aktywności czy mobilności. Wzrost siły mięśniowej i poprawa wyników testów funkcjonalnych zostały jednocześnie zanotowane jedynie w badaniach nRCT (Allen *et al.*, 2004; Andersson *et al.*, 2003; Horvat, 1987; Taylor *et al.*, 2004). Jedyną istotną poprawą w badaniu RCT dotyczyła wyników kwestionariuszy mobilności funkcjonalnej – FMS 5 m oraz FAQ (Taylor *et al.*, 2013). W jednym badaniu nRCT 9 na 10 uczestników deklarowało wrażenie poprawy siły mięśniowej, a także radość i przyjemność z uczestnictwa w 10-tygodniowym grupowym TS (Allen *et al.*, 2004). Autorzy pracy podkreślili te obserwacje i zasugerowali, że TS w takiej formie może być rozpatrywany w grupie dorosłych pacjentów z MPD w kontekście promowania ogólnej sprawności fizycznej i partycypacji (Allen *et al.*, 2004). W żadnym z badań uwzględnionych w niniejszym przeglądzie nie odnotowano negatywnego wpływu TS na objawy MPD. Pozwala to uznać dotychczasowe protokoły TS za bezpieczne w tej grupie pacjentów.

Większość dorosłych z MPD napotyka trudności w uczestnictwie w życiu społecznym, a także ze względu na stan zdrowia postrzega jakość swojego życia jako niską (van der Slot *et al.*, 2010). Podkreśla się, że u tych pacjentów na poprawę jakości życia wpływają nie tylko wyższy poziom kondycji fizycznej, lecz także aspekty psychologiczne i emocjonalne (Tarsuslu i Livanelioglu, 2010). Wyniki przedstawionego przeglądu piśmiennictwa sugerują, że obecne dowody dotyczące TS kończyn dolnych u osób dorosłych z MPD są niewystarczające, aby uznać tę formę rehabilitacji za skuteczną na poziomie strukturalnym i na poziomie aktywności fizycznej. Nie oznacza to jednak, że dorośli z MPD nie mogą skorzystać z tej formy terapii na poziomie społecznym. Jak pokazują wyniki badań Allen i wsp. (2004), ten rodzaj rehabilitacji, szczególnie w postaci grupowej, jest postrzegany przez pacjentów jako przyjemna i korzystna forma aktywności fizycznej. To bardzo istotne, ponieważ integracja społeczna i niezależność są najważniejszymi celami rehabilitacji i społecznego wsparcia dla dorosłych pacjentów z MPD (Michelsen *et al.*, 2006).

Zróżnicowane doniesienia na temat efektów terapeutycznych TS u dorosłych z MPD wynikają prawdopodobnie z rozbieżności dotyczących nie tylko grup badanych (szeroki zakres wieku pacjentów i poziomu GMFCS) oraz interwencji terapeutycznej (intensywność i czas trwania TS), lecz także narzędzi badawczych i jakości metodologicznej projektów. Ważnymi czynnikami, które powinny być mierzone, a nie zostały wystarczająco uwzględnione

w analizowanych publikacjach, są czynniki kontekstowe, takie jak motywacja i zaangażowanie podczas treningu (Dodd *et al.*, 2002).

Podsumowując: TS może korzystnie wpływać na pacjentów w wieku od około 18 do 48 lat sklasyfikowanych w skali GMFCS na poziomach I–III. W badaniach, w których odnotowano pozytywne efekty, TS trwał co najmniej 10 tygodni z częstotliwością 2 razy w tygodniu i obciążeniem 60–80% 1RM, dotyczył mięśni najbardziej wpływających na zaburzenia chodu oraz był grupowy. Taki protokół TS jest zbliżony do protokołu, który okazał się najskuteczniejszy w grupie dzieci i młodzieży z MPD (Gąsior *et al.*, 2013). W tej grupie pacjentów protokół TS zakładał dłuższy trening (12 tygodni) i większą jego częstotliwość – 3 razy w tygodniu (Gąsior *et al.*, 2013).

Aby uznać TS za jednoznacznie skuteczny w grupie dorosłych pacjentów z MPD, w przyszłych badaniach należałoby wyjaśnić następujące kwestie:

1. Jaka grupa dorosłych pacjentów z MPD powinna uczestniczyć w TS, by uzyskać maksymalne korzyści terapeutyczne? Na podstawie analizy wyników włączonych do przeglądu badań wydaje się, że najbardziej skorzystać z TS mogą pacjenci sklasyfikowani w skali GMFCS na poziomach I–III. Należy też rozważyć wiek pacjenta – osoby starsze, ze względu na ewentualne utrwalone zmiany deformacyjne, mogą być mniej predysponowane do uczestnictwa w treningu. Ponadto wcześniej wdrożone formy terapii mogą zapobiec pogorszeniu codziennego funkcjonowania (Haak *et al.*, 2009).
2. Jakie powinny być parametry protokołu treningowego? Czy protokołów treningowych TS dla osób zdrowych można używać u pacjentów z MPD? Jak podkreśla Boyd (2012), dotychczasowe wyniki sugerują, że intensywność i dawka większości metod neurorehabilitacji nie są wystarczające, by uruchamiać procesy neuroplastyczności. Niewykluczone, iż protokół zakładający dłuższy TS z większymi wartościami parametrów treningowych byłby efektywniejszy w grupie dorosłych z MPD (Damiano, 2009).
3. Czy funkcjonalny TS ukierunkowany na sprecyzowane zadanie, związane z indywidualnym celem pacjenta, może być skuteczniejszy od podstawowej formy TS wykonywanego na standardowym sprzęcie w siłowni? Ostatnio w kontekście rehabilitacji i fizjoterapii pacjentów z MPD podkreśla się podejście *what you train is what you get* (Romeiser Logan, 2013). Z tego względu wydaje się, że TS dotyczący sprecyzowanego zadania może być kluczowym elementem decydującym o skuteczności treningu w grupie pacjentów z MPD (Damiano, 2009).
4. Jakie czynniki kontekstowe należy brać pod uwagę, gdy ustala się protokół TS u dorosłych z MPD? Istnieje szereg czynników mogących mieć istotny wpływ na skuteczność protokołu treningowego. Są wśród nich odpowiednia motywacja oraz intelektualna i emocjonalna sprawność pacjenta.

5. Które grupy mięśniowe trzeba szczególnie brać pod uwagę w trakcie konstruowania protokołu treningowego, by TS okazał się jednoznacznie skuteczny na wszystkich poziomach ICF (Dallmeijer *et al.*, 2015)?

W tym miejscu należy dodać, że w 2014 roku Diane L. Damiano z amerykańskich Narodowych Instytutów Zdrowia (National Institutes of Health), uznany ekspert w dziedzinie rehabilitacji pacjentów z MPD, podkreśliła, że – mimo niejednoznacznych wyników – trening, którego celem jest zwiększanie siły mięśniowej u pacjentów z MPD, powinien trwać przez całe życie. Zdaniem autorki byłoby katastrofalnym błędem sugerować, iż wzmacnianie siły mięśniowej nie pomaga tej grupie pacjentów (Damiano, 2014). Ponadto w 2013 roku grupa australijska opublikowała obszerny przegląd piśmiennictwa dotyczący poziomu dowodu naukowego metod rehabilitacji stosowanych w MPD. Wśród terapii mających zwiększyć siłę mięśniową kończyn dolnych TS był wówczas najlepiej udokumentowaną formą rehabilitacji pacjentów z MPD (Novak *et al.*, 2013).

WNIOSKI

Na podstawie analizy wyników badań nRCT i RCT nie można bezdyskusyjnie potwierdzić ani odrzucić hipotezy dotyczącej pozytywnych skutków TS kończyn dolnych na poziomach strukturalnym i aktywności lub mobilności u dorosłych pacjentów z MPD. Dotychczas stosowane formy TS nie wpływały jednak na zwiększenie spastyczności czy zmniejszenie biernego zakresu ruchu. Mimo braku udowodnionego statystycznie pozytywnego wpływu TS na stan ogółu dorosłych pacjentów z MPD, którzy uczestniczyli w treningu, metoda ta wydaje się generalnie bezpieczna, a w części przypadków – efektywna (wzrost siły mięśniowej, aktywności i mobilności). Warunki wymagane do maksymalizacji jej skutków pozostają do ustalenia na podstawie przyszłych badań. Wobec jednoznacznie pozytywnych rezultatów TS na poziomie uczestnictwa w życiu codziennym sugeruje się, że zaniechanie tej formy treningu w procesie kompleksowej rehabilitacji nie jest optymalnym rozwiązaniem.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Piśmiennictwo

- Allen J, Dodd KJ, Taylor NF *et al.*: Strength training can be enjoyable and beneficial for adults with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2004; 26: 1121–1127.
- Andersson C, Grooten W, Hellsten M *et al.*: Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45: 220–228.
- Bania TA, Dodd KJ, Baker RJ *et al.*: The effects of progressive resistance training on daily physical activity in young people with cerebral palsy: a randomised controlled trial. *Disabil Rehabil* 2015. DOI: 10.3109/09638288.2015.1055376.

- Boyd RN: Functional progressive resistance training improves muscle strength but not walking ability in children with cerebral palsy. *J Physiother* 2012; 58: 197.
- Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Houdijk H *et al.*: Isometric muscle strength and mobility capacity in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2015. DOI: 10.3109/09638288.2015.1095950.
- Damiano DL: Progressive resistance exercise increases strength but does not improve objective measures of mobility in young people with cerebral palsy. *J Physiother* 2014; 60: 58.
- Damiano DL: Rehabilitative therapies in cerebral palsy: the good, the not as good, and the possible. *J Child Neurol* 2009; 24: 1200–1204.
- Damiano DL, Abel MF: Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 119–125.
- Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL: A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1157–1164.
- Gąsior J, Pawłowski M, Bonikowski M *et al.*: Trening siłowy w rehabilitacji dzieci i młodzieży z mózgowym porażeniem dziecięcym: przegląd piśmiennictwa. *Neurologia Dziecięca* 2013; 22: 33–50.
- de Groot S, Dallmeijer AJ, Bessems PJ *et al.*: Comparison of muscle strength, sprint power and aerobic capacity in adults with and without cerebral palsy. *J Rehabil Med* 2012; 44: 932–938.
- Haak P, Lenski M, Hidecker MJ *et al.*: Cerebral palsy and aging. *Dev Med Child Neurol* 2009; 51 Suppl 4: 16–23.
- Horvat M: Effects of a progressive resistance training program on an individual with spastic cerebral palsy. *Am Correct Ther J* 1987; 41: 7–11.
- Maeland S, Jahnsen R, Opheim A *et al.*: No effect on gait function of progressive resistance exercise in adults with cerebral palsy – a single-blind randomized controlled trial. *Adv Physiother* 2009; 11: 227–233.
- Michelsen SI, Uldall P, Hansen T *et al.*: Social integration of adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2006; 48: 643–649.
- Novak I, McIntyre S, Morgan C *et al.*: A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55: 885–910.
- Phillips B, Ball C, Sackett D *et al.*: Oxford Centre for Evidence-Based Medicine – Levels of Evidence 2001. Available from: <http://www.cebm.net/index.aspx?0=1025> [Accessed November 2015].
- Romeiser Logan L: Children with cerebral palsy are just like everyone else: what you train is what you get. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55: 777.
- Rosenbaum P, Stewart D: The World Health Organization International Classification of Functioning, Disability, and Health: a model to guide clinical thinking, practice and research in the field of cerebral palsy. *Semin Pediatr Neurol* 2004; 11: 5–10.
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A *et al.*: A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007; 109: 8–14.
- Ross SA, Engsborg JR: Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 1114–1120.
- Sanger TD, Chen D, Delgado MR *et al.*: Taskforce on Childhood Motor Disorders: Definition and classification of negative motor signs in childhood. *Pediatrics* 2006; 118: 2159–2167.
- Shortland A: Muscle deficits in cerebral palsy and early loss of mobility: can we learn something from our elders? *Dev Med Child Neurol* 2009; 51 Suppl 4: 59–63.
- van der Slot WM, Nieuwenhuijsen C, van den Berg-Emons RJ *et al.*: Transition Research Group South West Netherlands: Participation and health-related quality of life in adults with spastic bilateral cerebral palsy and the role of self-efficacy. *J Rehabil Med* 2010; 42: 528–535.
- Tarsuslu T, Livanelioglu A: Relationship between quality of life and functional status of young adults and adults with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2010; 32: 1658–1665.
- Taylor NF, Dodd KJ, Baker RJ *et al.*: Progressive resistance training and mobility-related function in young people with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55: 806–812.
- Taylor NF, Dodd KJ, Larkin H: Adults with cerebral palsy benefit from participating in a strength training programme at a community gymnasium. *Disabil Rehabil* 2004; 26: 1128–1134.
- Thomas RE, Johnston LM, Boyd RN *et al.*: GRIN: “GRIN: Group versus Individual physiotherapy following lower limb intra-muscular Botulinum Toxin-A injections for ambulant children with cerebral palsy: an assessor-masked randomised comparison trial”: study protocol. *BMC Pediatr* 2014; 14: 35.
- Victora CG, Habicht JP, Bryce J: Evidence-based public health: moving beyond randomized trials. *Am J Public Health* 2004; 94: 400–405.
- Westcott WL: Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep* 2012; 11: 209–216.