

EFEITOS DO FORTALECIMENTO MUSCULAR NA MARCHA DE ADOLESCENTES PORTADORES DE PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA DIPLÉGICA

Danize Aparecida Rizzetti¹
Ana Paula Alves Fabbrin²
Claudia Morais Trevisan³

RIZZETTI, D. A.; FABBRIN, A. P. A.; TREVISAN, C. M. Efeitos do fortalecimento muscular na marcha de adolescentes portadores de paralisia cerebral espástica diplégica. *Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 181-187, maio/ago. 2011.

RESUMO: A fraqueza muscular constitui um dos principais problemas da paralisia cerebral. Pesquisas demonstram que o treino de força muscular tem sido eficiente para melhoria da performance motora nos indivíduos acometidos por esta patologia. O objetivo do estudo foi investigar os efeitos do fortalecimento muscular, na marcha de adolescentes portadores de paralisia cerebral espástica diplégica. Foram selecionados dois indivíduos com idades de 14 e 18 anos que atenderam os critérios de inclusão do estudo. O tratamento foi realizado duas vezes por semana, durante dez semanas, constituindo-se de sete exercícios para o fortalecimento dos membros inferiores. Os sujeitos foram avaliados na primeira, na décima e na vigésima sessão por meio da dinamometria nos músculos quadríceps e flexores dorsais do tornozelo e do teste de caminhada de seis minutos adaptado. A eficácia do treinamento foi avaliada utilizando-se o teste ANOVA acompanhado do teste *Tukey* e a estatística descritiva. O índice de significância estabelecido foi de $\alpha=0,05$. Como resultado, verificou-se que o fortalecimento muscular mostrou existir relação entre força muscular e capacidade funcional de marcha. Os achados permitem recomendar esta abordagem de reabilitação em adolescentes com diplegia espástica.

PALAVRAS-CHAVE: Fraqueza muscular. Reabilitação. Força muscular. Performance motora.

EFFECTS OF MUSCLE STRENGTHENING IN GAIT OF ADOLESCENTS WITH DIPLEGIC SPASTIC CEREBRAL PALSY

ABSTRACT: Muscle weakness is one of the main problems of cerebral palsy. Research shows that muscle strength training has been effective in improving motor performance in individuals affected by this disease. The study aimed to investigate the effects of muscle strengthening on the gait of adolescents with diplegic spastic cerebral palsy. Two individuals aged 14 and 18 years who met the inclusion criteria of the study were selected. The treatment was performed twice a week for ten weeks, consisting of seven exercises to strengthen the lower limbs. The subjects were evaluated in the first, tenth and twentieth session by dynamometry in quadriceps and dorsal flexors of the ankle muscles and adapted six-minute walk test. The training effectiveness was evaluated using the ANOVA followed by Tukey's test and descriptive statistics. The significance level was set at $\alpha=0.05$. As a result, it was found that the muscle strengthening showed a relationship between muscle strength and functional capacity of gait. The findings can recommend this approach to rehabilitation in adolescents with spastic diplegia.

KEYWORDS: Muscular weakness. Rehabilitation. Muscle strength. Motor performance.

Introdução

A fraqueza muscular pode ser considerada como um dos principais problemas em indivíduos com paralisia cerebral (PC) do tipo espástica diplégica sendo potencialmente explicada por vários fatores, como a diminuição no recrutamento das unidades motoras do Sistema Nervoso Central, o aumento da coativação do antagonista durante contrações do agonista, a imobilidade e variações no tipo de fibra muscular (STACKHOUSE et al., 2007; GIVON, 2009). Em decorrência disso, contraturas, atrofas musculares e deformidades articulares podem acometer esses pacientes, prejudicando atividades funcionais importantes, principalmente a deambulação (ANDRADE; FLEURY; DA SILVA, 2005; ELDER et al., 2003; TEIXEIRA-SALMELA et al., 2003).

A falta de força muscular (FM), até recentemente, não era reconhecida como um problema na PC, sendo os tratamentos clínicos e fisioterapêuticos fundamentados apenas na redução da espasticidade

e, assim, na melhora da função motora. Porém, estudos clínicos evidenciaram que as verdadeiras características negativas impossibilitantes de ganhos motores nesses indivíduos são a fraqueza muscular e a perda de competências, e não apenas a presença de espasticidade (KIM; PARK, 2011; MORTON; BROWNLEE; MCFADYEN, 2005; ANDERSSON et al., 2003; JUNQUEIRA; RIBEIRO; SCIANNI, 2004; DAMIANO; KELLY; VAUGHN, 1995; BLUNDELL et al., 2003; DAMIANO; DODD; TAYLOR, 2002). Desse modo, pesquisas atuais demonstram que o treino de FM e de coordenação são eficientes para o tratamento da performance motora nos indivíduos acometidos pela PC (VAZ et al., 2006; MCBURNEY et al., 2003).

O fortalecimento muscular em indivíduos com PC proporciona o aumento do recrutamento de unidades motoras, melhorando a capacidade de geração de força, diminuindo a rigidez articular, a hiperativação reflexa e preservando a extensibilidade funcional dos músculos (JUNQUEIRA; RIBEIRO;

¹Fisioterapeuta do Curso de Fisioterapia. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Uruguaiana, RS, Brasil.

²Fisioterapeuta. Santa Maria, RS, Brasil.

³Professora Doutora do Curso de Fisioterapia. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS, Brasil.

SCIANNI, 2004). Pesquisas recentes demonstram melhoria na atividade funcional e ganhos na performance da marcha de portadores de PC submetidos a esta forma de reabilitação (KIM; PARK, 2011; STACKHOUSE et al., 2007; ANDERSSON et al., 2003; VAZ et al., 2006).

O número de estudos acerca do tema é limitado na literatura de âmbito nacional, fazendo-se necessária uma investigação mais aprofundada sobre os benefícios do fortalecimento muscular em adolescentes com PC espástica dipléica. Permitir a aplicação de uma nova forma de reabilitação para esses pacientes que não se concentre demasiadamente na redução da espasticidade, a qual muitas vezes é benéfica ao sujeito, e sim nos sintomas verdadeiramente negativos de fraqueza muscular e de perda de função é de fundamental importância ao campo da fisioterapia no cenário atual. Isto possibilitaria a prescrição de fortalecimento muscular a essa população de forma segura e eficaz. Diante disso, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um protocolo de fortalecimento muscular na marcha de adolescentes portadores de PC espástica dipléica.

Relato do Caso

Este estudo de caso foi realizado com dois participantes do gênero masculino com idades de 14 e 18 anos e diagnóstico de PC espástica dipléica selecionados nas clínicas de fisioterapia e de neurologia pediátrica do município de Santa Maria, RS. Os participantes atenderam aos critérios de inclusão definidos para o estudo, os quais foram o de habilidade de marcha sem auxílio e o de ausência de doenças osteodegenerativas, cardíacas ou respiratórias e distúrbios cognitivos que impedissem a compreensão e execução da atividade requerida. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria, RS, (nº CAAE 0093.0.243.000-08), sendo os indivíduos voluntários da pesquisa incluídos na mesma após assinatura, pelos responsáveis, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A coleta de dados ocorreu no Laboratório de Disfunções Físico-motoras do Curso de Fisioterapia da referida universidade e foi constituída por três etapas, a avaliação inicial, a reavaliação, na décima sessão, e a avaliação final, após as 20 sessões de aplicação do protocolo de FM, o qual foi criado por Lima et al. (2006) e adaptado a este estudo. Foram utilizados como instrumentos de medida um dinamômetro digital da marca Chatillon® e o teste de caminhada de seis minutos adaptado (ANDERSSON et al., 2003).

O dinamômetro proporcionou a mensuração da força isotônica dos músculos quadríceps e flexores dorsais do tornozelo. O posicionamento dos participantes durante as avaliações e os procedimentos para a medida da força de ambos os grupos musculares seguiram o protocolo de Morton; Brownlee; Mcfadyen (2005). Nos testes de avaliação muscular, uma contração máxima e uma submáxima precederam o ensaio real, a fim de familiarizar o participante com o movimento (MORTON; BROWNLEE; MCFADYEN, 2005). Três esforços máximos foram em seguida realizados, com cinco segundos de descanso entre os trabalhos concêntrico e excêntrico e, pelo menos, 20 segundos de descanso entre cada repetição. Instruções no que diz respeito ao procedimento do teste e forte encorajamento verbal foram utilizados para a produção de esforço máximo (DAMIANO; KELLY; VAUGHN, 1995; VAZ et al., 2006).

O teste de caminhada de seis minutos foi aplicado de forma adaptada, baseado no estudo de Andersson et al. (2003), visando apenas à distância máxima que os participantes puderam deambular por conta própria em um corredor de 30 metros (m) de comprimento durante seis minutos. Os participantes foram convidados a deambular em uma velocidade autoselecionada, a qual julgassem segura e confortável, podendo descansar, porém sem interrupção do cronômetro.

O protocolo de FM foi realizado entre os meses de agosto e dezembro de 2008, durante uma hora, duas vezes na semana, por dez semanas, totalizando 20 sessões. O protocolo de FM consistiu de sete exercícios para membros inferiores (MMII), visando os músculos flexores dorsais do tornozelo, flexores e extensores do joelho e do quadril e abdutores e adutores de quadril, com pesos livres (tornozeleiras) para fornecer a resistência. A carga inicial adequada para o treinamento foi determinada identificando dez repetições máximas (RM), que significa a maior quantidade de peso que uma pessoa pode levantar dez vezes, em cada participante. A aplicação do protocolo baseou-se em orientações descritas por Lima et al. (2006), os quais expõem formas seguras de treinamento muscular em crianças e adolescentes.

As duas primeiras semanas do protocolo de FM consistiram de um período de adaptação, no qual a carga permaneceu inalterada; na primeira semana foram realizadas três séries de cinco repetições, passando para quatro séries de cinco repetições na segunda semana. A partir da terceira semana a carga sofreu incrementos proporcionais aos ganhos de força de cada participante, que começaram a realizar três séries de dez repetições, sendo aumentada quan-

do conseguiam executar mais do que dez repetições (MORTON; BROWNLEE; MCFADYEN, 2005).

A análise dos dados foi realizada utilizando o *software* SAS versão 8.02. Inicialmente foi aplicado um teste de normalidade (T. de *Shapiro-Wilk*) que vem a ser uma das pressuposições da ANOVA. Para comparar os três momentos da coleta de dados (inicial, reavaliação e final), nos quais foram coletadas três repetições por indivíduo, foi utilizado o teste ANOVA acompanhado pelo teste de *Tukey*. Para descrever os resultados do programa de FM sobre a marcha dos participantes foi utilizada a estatística descritiva. O nível de significância estabelecido foi de $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

O participante 1 (P1), com 14 anos, portador de PC espástica diplégica, grau 2 na Escala Modificada de Ashworth - EMA (BOHANNON; SMITH, 1987), apresentou na análise dos valores médios de FM um incremento pós-intervenção para os dois gru-

pos musculares avaliados.

Ao se comparar os aumentos de FM nos três períodos analisados (primeira, décima e vigésima sessão), obteve-se, para o músculo quadríceps, um ganho significativo ($p < 0,05$) de FM entre a 1ª e a 2ª avaliação e entre a 1ª e a 3ª avaliação nos MMII direito e esquerdo. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos ganhos de FM em quadríceps entre a 2ª e a 3ª avaliação para ambos os MMII (tabela 1).

Comparando-se os valores médios de FM dos flexores dorsais obtidos no membro inferior direito (MID), também se observou um ganho significativo ($p < 0,05$) entre a 1ª e a 2ª avaliação e entre a 1ª e a 3ª avaliação. Assim como para o músculo quadríceps, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos aumentos de FM em flexores dorsais, para esse membro, entre a 2ª e a 3ª. Já para o membro inferior esquerdo (MIE), obtiveram-se ganhos significativos ($p < 0,05$) de FM nos três tempos analisados, entre a 1ª e a 2ª avaliação, a 1ª e a 3ª, e entre a 2ª e a 3ª (tabela 1).

Tabela 1: Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo da FM (em Newtons) e valores de “p” nos três momentos de avaliação de P1.

Membro	Avaliação Inicial				Reavaliação				Avaliação Final				Pr>F
	Média	D. P.	Mín.	Max.	Média	D. P.	Mín.	Max.	Média	D. P.	Mín.	Max.	
Músculo Quadríceps													
M I Direito	187,1 B	10,41	176,40	197,20	234,9 A	3,44	232,40	238,80	251,13 A	5,20	245,80	256,20	0,0001**
M I Esquerdo	192,9 B	8,13	183,80	199,40	248,6 A	10,27	236,80	255,60	250,93 A	11,12	139,40	261,60	0,0006**
Músculo Flexores Dorsais													
M I Direito	15,46 B	1,81	13,40	16,80	27,9 A	4,70	23,40	32,80	36,60 A	11,84	25,40	49,00	0,0355**
M I Esquerdo	7,40 C	2,02	5,60	9,60	23,13 B	3,00	20,00	26,00	32,33 A	4,11	28,00	36,20	0,0002**

*Teste de *Tukey*, Letras iguais não diferem estatisticamente ($p > 0,05$)

** Teste Anova

O participante 2 (P2), com 18 anos, portador de PC espástica diplégica, grau 3 na EMA, também demonstrou na análise dos valores médios de FM um incremento pós-intervenção para os dois grupos musculares avaliados.

Os músculos flexores dorsais do MIE mostraram diferença significativa ($p < 0,05$), nos três momentos analisados, para todos os demais mús-

los houve uma tendência ao aumento de FM entre os períodos analisados. Ao se comparar os aumentos de FM nos três períodos avaliados (primeira, décima e vigésima sessão), obteve-se, para o músculo quadríceps, um ganho de força de 7,82% entre a 1ª e a 2ª avaliação e de 3,31% entre a 1ª e a 3ª avaliação no MID. No MIE observou-se um ganho de força de 34,54% entre a 1ª e a 2ª avaliação (Tabela 2).

Tabela 2: Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo da FM (em Newtons) e valores de “p” nos três momentos de avaliação de P2.

Membro	Avaliação Inicial				Reavaliação				Avaliação Final				Pr>F
	Média	D. P.	Mín.	Max.	Média	D. P.	Mín.	Max.	Média	D. P.	Mín.	Max.	
Músculo Quadríceps													

MI Direito	34,13 A	0,41	33,80	34,60	36,8 A	3,487	32,8	39,2	35,26 A	5,50	29,80	40,80	0,7001
MI Esquerdo	22,00 A	0,87	21,40	23,00	29,6 A	8,847	19,4	35,2	32,80 A	5,02	29,80	38,60	0,1492
Músculo Flexores Dorsais													
MI Direito	23,00 A	4,52	17,80	26,00	30,0 A	1,58	28,20	31,20	32,06 A	13,06	17,00	40,20	0,4065
MI Esquerdo	8,73 A	2,31	7,20	11,40	19,46 B	1,92	17,40	21,20	31,00 C	6,00	25,00	37,00	0,0013**

*Teste de Tukey, Letras iguais não diferem estatisticamente ($p > 0,05$)

** Teste Anova

Com relação ao teste de caminhada, observou-se, em P1, um aumento de 19,05% (48 m) na distância percorrida entre a 1ª e a 2ª avaliação e de 6,00% (18 m) entre a 2ª e a 3ª. Os ganhos totais em distância percorrida foram de 66 m, o que corresponde a um aumento de 26,19% entre a 1ª e a 3ª avaliação (figura 1). A velocidade da marcha sofreu incremento de 18,58% (0,13 m/s) entre a 1ª e a 2ª e de 6,02% (0,05 m/s) entre a 2ª e a 3ª avaliação. O aumento total da velocidade da marcha para P1 foi de 0,18 m/s, correspondendo a 25,71% entre a 1ª e a 3ª avaliação (figura 2).

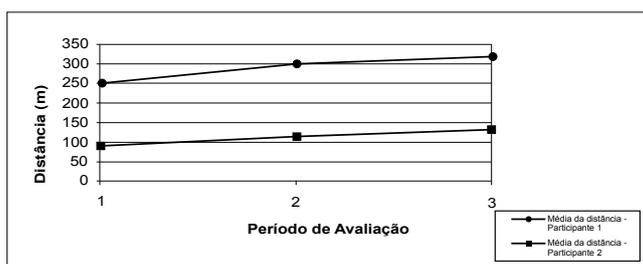


Figura 1: Distância (em metros) percorrida em seis minutos obtida em cada período de avaliação para os participantes 1 e 2.

Para P2, no teste de caminhada, observou-se um aumento de 29,54% (26 m) na distância percorrida entre a 1ª e a 2ª avaliação e de 15,79% (18 m) entre a 2ª e a 3ª. Os ganhos totais em distância percorrida foram de 44 m, o que corresponde a um aumento de 50,00% entre a 1ª e a 3ª avaliação (figura 1). A velocidade da marcha sofreu incremento de 33,33% (0,08 m/s) entre a 1ª e a 2ª e de 15,62% (0,05 m/s) entre a 2ª e a 3ª avaliação. O aumento total da velocidade da marcha para P2 foi de 0,13 m/s, o que corresponde a 54,17% entre a 1ª e a 3ª avaliação (figura 2).

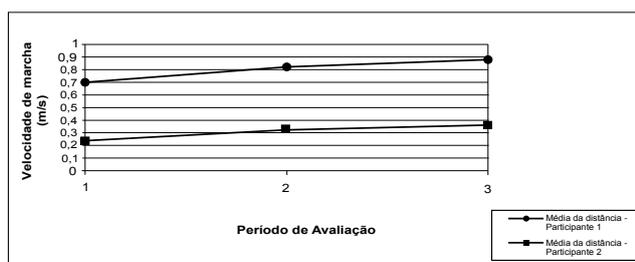


Figura 2: Média da velocidade (em m/s) obtida em cada período de avaliação para os participantes 1 e 2.

Os resultados dessa pesquisa fornecem informações sobre os efeitos do fortalecimento muscular de MMII na marcha de adolescentes portadores de diplegia espástica. No protocolo de fortalecimento aplicado, os exercícios constituintes foram bem aceitos e apreciados pelos participantes, sem relato de desconforto músculo-esquelético ou respiratório. A carga e a progressão pareceram adequadas e seguras, indo ao encontro de Damiano; Kelly; Vaughn (1995). Redefinir a carga a cada relato de facilidade em realizar as repetições, procedimento sugerido por Damiano; Kelly; Vaughn (1995), mostrou-se correto, pois os participantes não referiram ou apresentaram qualquer sintoma ou sinal de fadiga muscular durante a execução dos exercícios (MOREAU et al., 2009). As respostas positivas à livre colocação de peso, como demonstrado no presente estudo, sugerem que este procedimento pode ser mais adequado para os adolescentes com PC do que o modo de colocação isocinético, proposto por MacPhail; Kramer (1995), o qual não demonstrou incrementos na habilidade e velocidade de marcha dos participantes.

O aumento significativo de FM em ambos os grupos musculares avaliados no P1 e os resultados percentuais positivos de ganhos no P2 foram maiores na primeira metade do tratamento em comparação à metade final. Corroboram com esses achados os encontrados por Damiano; Kelly; Vaughn (1995), os quais também foram mais pronunciados nas primeiras semanas do programa do que nas semanas finais. O incremento na FM observado neste estudo pode ser atribuído a um aumento na adaptação neural

(melhor coordenação entre os agonistas e antagonistas e incremento da ativação motora dos músculos principais) e não em massa muscular, pois o período de treinamento durou apenas dez semanas (DODD; TAYLOR; GRAHAM, 2003; FOWLER et al., 2007; OHATA et al., 2008; SENIOROU et al., 2007; PIRES et al., 2007). Mudanças na função e na estrutura física dos participantes, com a melhora da FM, da flexibilidade, da postura, do equilíbrio e do movimento, também foram encontrados por Mcburney et al. (2003) e Dodd; Taylor; Graham (2003).

Em relação à marcha dos participantes, os ganhos em termos de distância percorrida e velocidade foram maiores na primeira metade do tratamento em comparação à metade final. Da mesma forma, Damiano; Kelly; Vaughn (1995) verificaram um aumento na velocidade da marcha após o programa de fortalecimento muscular, o qual foi demonstrado por um incremento no comprimento do passo, com uma aparente diminuição da cadência. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as características gerais, como a distância percorrida em seis minutos e, dessa forma, a velocidade adquirida pelos participantes, não se detendo nos aspectos que envolvem a marcha detalhadamente.

Neste estudo a velocidade da marcha continuou lenta nos dois participantes, comparando-se com a de adolescentes sem PC, a qual é cerca de 1,46 m/s (SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000; ROSE et al., 2002; YANG et al., 2002), fato que pode ser explicado pelas próprias características clínicas da diplegia espástica, com acomecimento maior em MMII. P2, apesar de apresentar maior grau de comprometimento em relação a P1, mostrou maiores incrementos na distância percorrida e na velocidade da marcha. Este achado pode estar relacionado à fraqueza muscular apresentada, principalmente nos músculos antagonistas aos espásticos, como extensores do joelho que são extremamente importantes para a marcha (THOMPSON et al., 2011).

Mudanças nas habilidades físicas após o treinamento de FM em adolescentes diplégicos espásticos também foram encontradas por Mcburney et al. (2003) e Dodd; Taylor; Graham (2003), tais como a melhora na mobilidade, na marcha e na corrida. Outro benefício relatado foi o incremento na função motora grossa, com a aquisição de capacidades nunca vistas anteriormente, como salto, corrida e agachamento, os quais se mantiveram por 12 semanas após o término do treinamento (KIM; PARK, 2011; FOWLER et al., 2007; OHATA et al., 2008). Melhoras na energia consumida durante o exercício e na velo-

cidade da marcha foram encontradas por Provost et al. (2007), em indivíduos portadores de PC diplégica espástica.

Outros efeitos do programa de fortalecimento muscular podem ter contribuído para a melhoria da capacidade de deambulação dos adolescentes. Um deles pode ser o fato de que os participantes, após as dez semanas, tornaram-se mais conscientes da sua capacidade motora, utilizando-a assim em atividades funcionais (SENIOROU et al., 2007). Em uma avaliação subjetiva estes declararam que a capacidade de deambulação melhorou e que o treinamento foi positivo e acessível, motivando-os a continuar o fortalecimento.

Os achados apresentados neste estudo foram comparados com a literatura e não são generalizáveis devido a limitações como a amostra reduzida, a ausência de grupo controle e a falta de investigação a respeito da manutenção da FM no pós-treino. Sugere-se para estudos futuros a existência de uma amostra maior; a realização de um grupo controle; o uso do princípio isocinético para graduar a progressão da carga a partir da segunda metade do período de treinamento; a análise dos efeitos do fortalecimento muscular nas fases do ciclo de marcha e a investigação dos ganhos funcionais fornecidos pelo fortalecimento sobre a qualidade de vida dos participantes no pós-treino.

Conclusão

O fortalecimento muscular, como abordagem em reabilitação ainda não amplamente difundido em nosso meio para a paralisia cerebral, apontou para uma relação entre força muscular e capacidade funcional de marcha, evidenciada pelo incremento na habilidade, na velocidade e na distância percorrida pelos participantes. Estes achados permitem recomendar o treino de força muscular em adolescentes com diplegia espástica.

Referências

- ANDERSSON, C. et al. Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strengthening. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, p. 220-228, 2003.
- ANDRADE, M. S.; FLEURY, A. M.; SILVA, A. C. da. Força muscular isocinética de jogadores de futebol da seleção paraolímpica brasileira de portadores de paralisia cerebral. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 11, n. 5, p. 281-285, 2005.

- BLUNDELL, S. W. et al. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4–8 years. **Clin. Rehabil.** v. 1, n. 7, p. 48-57, 2003.
- BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. **Phys. Ther.** v. 67, p. 206-207, 1987.
- DAMIANO, D. L.; DODD, K. J.; TAYLOR, N. F. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, p. 68-72, 2002.
- DAMIANO, D. L.; KELLY, I. E.; VAUGHN, C. L. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. **Physical Therapy**, v. 75, n. 8, p. 658-671, 1995.
- DODD, K. J.; TAYLOR, N. F.; GRAHAM, H. K. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, p. 652-657, 2003.
- ELDER, G. C. B. et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, p. 542-550, 2003.
- FOWLER, E. G. et al. Study protocol pediatric endurance and limb strengthening for children with cerebral palsy (pedals) – a randomized controlled trial protocol for a stationary cycling intervention. **BMC Pediatrics**, v. 7, n. 14, p. 1-9, 2007.
- GIVON, U. Muscle weakness in cerebral palsy. **Acta Orthop Traumatol Turc.** v. 43, n. 2, p. 87-93, 2009.
- JUNQUEIRA, R. T.; RIBEIRO, A. M. B.; SCIANNI, A. A. Efeitos do fortalecimento muscular e sua relação com a atividade funcional e a espasticidade em indivíduos hemiparéticos. **Rev. Bras. Fisioter.** v. 8, n. 3, p. 247-252, 2004.
- KIM, W. H.; PARK, E. Y. Causal relation between spasticity, strength, gross motor function, and functional outcome in children with cerebral palsy: a path analysis. **Dev. Med. Child. Neurol.** v. 53, n. 1, p. 68-73, 2011.
- LIMA, A. P. T. et al. Mecanoterapia e fortalecimento muscular: um embasamento seguro para um tratamento eficaz. **Rev. Saúde. Com.** v. 2, n. 2, p. 143-152, 2006.
- MACPHAIL, H. E. A.; KRAMER, J. F. Effect of isokinetic strength-training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 37, p. 763-775, 1995.
- MCBURNEY, H. et al. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, p. 658-663, 2003.
- MOREAU, N. G.; et al. Contributors to fatigue resistance of the hamstrings and quadriceps in cerebral palsy. **Clin Biomech**, v. 24, n. 4, p. 355-360, 2009.
- MORTON, J. F.; BROWNLEE, M.; MCFADYEN, A. K. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. **Clin. Rehabil.** v. 19, p. 283-289, 2005.
- OHATA, K. et al. Relation between muscle thickness, spasticity, and activity limitations in children and adolescents with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 50, p. 152-156, 2008.
- PIRES, S. R. et al. Six-minute walk test at different ages and body mass indexes. **Rev. Bras. Fisioter.** v. 11, n. 2, p. 131-134, 2007.
- PROVOST, B. et al. Endurance and gait in children with cerebral palsy after intensive body weight-supported treadmill training. **Pediatric Physical Therapy**, v. 19, p. 2-10, 2007.
- ROSE, J. et al. Postural balance in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, p. 58-63, 2002.
- SENIOROU, M. et al. Recovery of muscle strength following multi-level orthopaedic surgery in diplegic cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 26, p. 475-481, 2007.
- SHUMWAY-COOK, A.; BRAUER, S.; WOOLLACOTT, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go test. **Physical Therapy**, v. 80, p.

Fortalecimento muscular na diplegia espástica.

896-903, 2000.

STACKHOUSE, S. K. et al. Neuromuscular electrical stimulation versus volitional isometric strength training in children with spastic diplegic cerebral palsy: a preliminary study. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 21, n. 6, p. 475-485, 2007.

TEIXEIRA-SALMELA, L. F. et al. Musculação e condicionamento aeróbio na performance funcional de hemiplégicos crônicos. **Acta Fisiátrica**, v. 10, n. 2, p. 54-60, 2003.

THOMPSON, N. et al. Muscle strength and walking ability in diplegic cerebral palsy: implications for assessment and management. **Gait Posture**, v. 33, n. 3, p. 321-325, 2011.

VAZ, D. V. et al. Muscle stiffness and strength and their relation to hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, p. 728-733, 2006.

YANG, N. et al. Motion quality evaluation of upper limb target-reaching movements. **Medical Engineering & Physics**, v. 24, p. 115-210, 2002.

Recebido em: 15/10/2010

Aceito em: 25/11/2011

Received on: 15/10/2010

Accepted on: 25/11/2011