

Efeitos do treinamento em esteira ergométrica na duração do período de apoio e na graduação de força muscular de crianças com Paralisia Cerebral Hemiplégica

Marcela R. de Camargo¹, Carolina Lundberg², Leila S. Saita², Geruza P. Bella³ & Simone M. Serradilha³, Regina C. T. de Souza³.

¹ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Mestrado em Fisioterapia, Presidente Prudente, SP, Brasil, 19060-900.

² Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Aprimoramento em Fisioterapia aplicada à Neurologia Infantil, Campinas, SP, Brasil, 13083-888.

³ Universidade Estadual de Campinas, Hospital de Clínicas, Campinas, SP, Brasil, 13083-888.

Treadmill training effects on duration of gait stance and muscular degree in hemiplegic cerebral palsy children

Abstract: The aim of this study was to evaluate if gait training on treadmill is effective to decrease the support time in paretic limb, investigating associations between this variable and the lower limb muscle strength degree, after treadmill training. For this, we invited eight children aged between six and 14 years old, diagnosed with hemiparetic cerebral palsy. Gait was recorded and transformed in frames, with which were obtained each limb phase of stance duration. Muscle strength was evaluated manually and graded by a specific scale. Then, children underwent gait training on a treadmill for 20 sessions, twice a week. At the end of sessions, walking and strength were revalued. In data analysis we used non-parametric analyses with Wilcoxon and Spearman linear correlation tests. Significant differences were found for stance time, in both limbs, after treadmill training. Correlation test showed significant inverse association, after training, between triceps surae and iliopsoas muscles strength and the stance time percentage of non-impaired limb. Gait training on a treadmill was effective, resulting muscle strength gains and stance duration reducing, thus improving ambulation quality.

Key Words: Gait, Cerebral Palsy, muscle strength, hemiplegia.

Introdução

A paralisia cerebral (PC) é uma enfermidade neurológica crônica não-progressiva que compromete o cérebro em idades precoces de amadurecimento (Rosebaum et al., 2007). Nos países desenvolvidos, a prevalência da enfermidade varia de 2,0 a 2,5 a cada 1000 nascimentos, já no Brasil, são 17 mil casos por ano (Reddihough & Colins, 2003, Edelmuth, 1992). Clinicamente, as PCs são classificadas de acordo com sua topografia em hemiplégica (PC-H); diplégica e quadriplégica. Outras classificações são de acordo com tipo de distúrbio de movimento envolvido e com o grau de comprometimento evidenciado na criança (Rethlefsen et al., 2010).

Em geral, as lesões que comprometem o sistema nervoso central (SNC) têm como consequência uma

série de fatores que englobam pobre organização temporal e espacial dos músculos e articulações; presença de co-contracção muscular entre agonistas e antagonistas; dificuldade de seleção para controle do ato motor; além da hiperatividade do reflexo de estiramento, hipertonía, atrofia e restrição do comprimento muscular (Damiano et al., 2006, Andersson et al, 2003). Assim sendo, as habilidades motoras, dentre elas a marcha, ficam comprometidas e a execução do ato motor é pouco funcional.

Mesmo que, após o amadurecimento do SNC, cerca de 17% dos sujeitos com PC não consiga deambular, 83% dessa população o fazem, ainda que com dificuldades ou às custas de dispositivos de assistência (Michelsen et al., 2005). Uma vez que necessita de uma complexa ativação do sistema neuro-sensório-motor, a realização adequada da

marcha é uma das principais incapacidades da PC, e, a magnitude desse déficit é proporcional à gravidade da lesão neurológica (Maltais et al., 2003, Damiano & Abel, 1998).

A marcha de crianças com PC-H é caracterizada pelo desuso de todo o hemicorpo mais acometido, que, associado ao aumento progressivo da severidade funcional e ao crescimento ósseo, leva ao comprometimento das articulações no sentido distal para proximal (Damiano et al., 2006, Damiano & Abel, 1998, Abel & Damiano, 1996). Esse fato, por sua vez, acaba por deteriorar a capacidade do andar que, ocorre ainda, devido à fraqueza muscular e o consequente déficit de equilíbrio subjacentes (Andersson & Mattsson, 2001). Devido a isso, alguns estudos atuais evidenciam que a marcha na PC-H apresenta diminuição da fase de apoio do membro inferior plégico (Cimolin et al., 2007, Femery et al., 2002).

Numa sessão de fisioterapia convencional, grande parte do atendimento é despendida na tentativa de adequação tônica, treinamento de força muscular e equilíbrio através de reações posturais, sentado e em pé. Todavia, o treinamento desses aspectos, através da deambulação, ocupa pouca ou nenhuma parcela do tratamento em si, mesmo que, atualmente venha-se entendendo que a reabilitação sem enfoques específicos não causam efeitos benéficos sobre a marcha funcional (Mauritz, 2002, Barbeau, 2003).

O treinamento da locomoção em esteira ergométrica pode ser uma alternativa ao tratamento convencional, ao passo que permite um controle mais preciso da velocidade e da simetria do corpo que o caminhar no solo, além do fato das variáveis biomecânicas e fisiológicas poderem ser simples e simultaneamente monitoradas (Harris-Love et al., 2010, Maltais et al., 2003, McNevin et al., 2000).

Na literatura científica, encontram-se muitos estudos que verificam a capacidade cardiorrespiratória e sua relação com o gasto energético após treinamento em esteira ergométrica com indivíduos com PC (Maltais et al., 2003, Maltais et al., 2004, Keefer et al., 2004). Entretanto, são escassos os estudos que relacionem os efeitos da esteira com parâmetros neuro-sensório-motores da marcha nessa população.

Nesse sentido, o presente estudo busca avaliar se o treinamento da marcha na esteira ergométrica é eficaz para aumentar o tempo de apoio do membro plégico, estabelecendo relações entre os membros plégico e não-plégico. Visa, ainda, verificar se existe associação entre o tempo de apoio e a graduação de força muscular do membro inferior, antes e após o tratamento, uma vez que o aumento do tempo na fase de apoio pode estar associado aos possíveis ganhos de força muscular.

Método

Participantes

Participaram desse estudo oito crianças, quatro do gênero masculino e quatro do gênero feminino, com idades entre seis e 14 anos. Todos os participantes apresentavam diagnóstico de paralisia cerebral com seqüela de hemiplegia espástica, enquadradas no grau I ou II do *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) (Palisano et al., 2007), isto é, apresentando deambulação sem uso de dispositivos auxiliares.

As crianças eram pacientes do Ambulatório de Fisioterapia aplicada à Neurologia Infantil do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC-UNICAMP). Foram excluídos da pesquisa os sujeitos com alterações cardiovasculares descritas no prontuário médico; déficit cognitivo; outro tratamento de reabilitação concomitante; cirurgia ortopédica realizada nos últimos seis e aplicação de toxina botulínica nos últimos quatro meses.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (CEP-FCM/UNICAMP) através do parecer número 403/2006. Todos os voluntários bem como os respectivos responsáveis tomaram conhecimento do estudo através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e concordaram em participar.

Procedimentos

Protocolo de treinamento

O protocolo de treinamento foi composto por três etapas: alongamento muscular passivo de membros inferiores, 20 minutos de treino de marcha em esteira ergométrica, e novamente os alongamentos musculares. Todos os sujeitos realizaram 24 sessões de esteira (duas vezes por semana), e, a ocorrência de duas ou mais faltas consecutivas foi adotada como critério de descontinuidade. Foram perdidas duas crianças por esse motivo.

O treinamento foi realizado em uma esteira ergométrica *Cardiofit* (*Movement Technology*, Brudden®, Pompéia, SP, Brasil). Durante sua realização, como medida de segurança, a frequência cardíaca foi aferida através de um monitor de frequência cardíaca FS2C BLK (Polar®, *Proximus Tecnologia*®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e sempre esteve presente um fisioterapeuta ao lado da criança. A velocidade inicial da esteira nas primeiras sessões foi fixada em 0,69 m/s, sendo esta aumentada progressivamente de acordo com a

capacidade do indivíduo. Os participantes foram incentivados a deambular sem apoio de membros superiores nas barras laterais da esteira visando o treino de equilíbrio e um padrão de marcha mais próximo do habitual. Em todas as sessões, solicitou-se às crianças o aumento da velocidade da marcha, primeiramente através de estímulo verbal, seguido por acréscimos graduais da velocidade da esteira.

Os alongamentos musculares foram do tipo passivo manual, e, realizados nos principais grupos musculares dos membros inferiores (glúteo máximo, isquiotibiais, iliopsoas, quadríceps femoral, tríceps sural e tibial anterior). Em cada grupo muscular, o examinador aplicou uma força externa, controlando a direção, velocidade, intensidade e duração do alongamento dos tecidos moles. Este era mantido por 30 segundos e repetido duas vezes em cada grupo muscular.

Protocolo de avaliação

Antes do início e após do término de todas as sessões de treinamento em esteira, os participantes foram submetidos a um protocolo de avaliação.

Com o objetivo de calcular o tempo da fase de apoio, foi solicitado às crianças deambularem em velocidade habitual, descalças e sem uso de órteses, para captação de vídeo no plano sagital. A orientação foi para que os participantes fossem e voltassem, em um caminho de 7,0 metros, durante dois minutos, buscando à “automatização” da marcha. A frequência de obtenção das imagens foi estabelecida em 60 Hz. Em seguida, o filme foi transformado em quadros (*frames*) de 0,05 segundos através do programa de livre acesso *DVDVideoSoft Free Studio*. Posteriormente, foram selecionados, aleatoriamente, três ciclos consecutivos e consecutivos de marcha, iniciando com membro inferior esquerdo (Figura 1A) e seus três ciclos de marcha correspondentes iniciando com o membro inferior direito (Figura 1B). Por fim, para obtenção do tempo despendido na fase de apoio, foi somada a quantidade de quadros de cada uma das três fases de apoio (do contato inicial à retirada de artelhos) de ambos os membros inferiores, antes e após o treinamento. Obteve-se, então, três tempos de fase de apoio para cada membro nas duas ocasiões (antes e após).

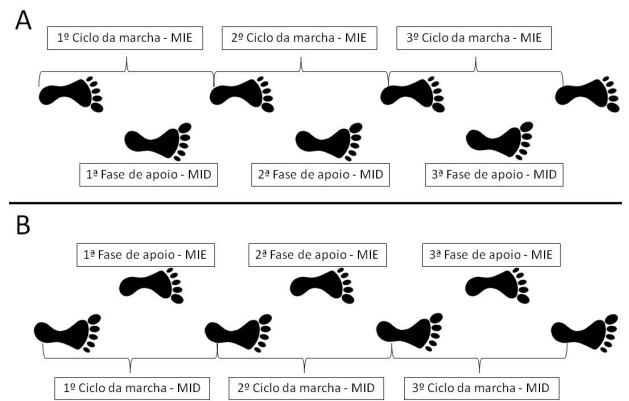


Figura 1: Representação esquemática da convenção para cálculo do tempo da fase de apoio para cada membro inferior. Nota: MIE/D – membro inferior esquerdo/direito.

Além disso, foi aplicado o teste manual de força muscular graduadas pela Escala de *Daniels e Worthingham* (Hislop et al., 1996). Esse teste foi realizado bilateralmente, sempre pela mesma fisioterapeuta, nos músculos tibial anterior, tríceps sural, quadríceps femoral, isquiotibiais, iliopsoas, glúteo médio e glúteo máximo, cujo escore foi dado da seguinte maneira: (0) ausência de contração muscular; (1) contração muscular; (2-) amplitude de movimento (ADM) incompleta a favor da gravidade; (2) ADM completa a favor da gravidade; (3) ADM completa contra a gravidade; (3+) ADM completa e mantida contra a resistência mínima; (4) ADM completa e mantida contra resistência forte a moderada que cede ao final da ADM contra resistência máxima; (5) ADM completa e mantida contra resistência máxima.

Análise dos resultados

Devido à característica de distribuição dos dados e ao tamanho reduzido da amostra, foi utilizada a estatística não-paramétrica. Primeiramente, foi realizada uma análise descritiva dos dados para caracterização dos grupos em relação ao percentual de tempo na fase de apoio, e, uma distribuição de frequências para as diferenças de força muscular após o treinamento em esteira ergométrica.

Em seguida, aplicou-se o Teste de *Wilcoxon*, para verificação de possíveis diferenças entre os tempos de apoio, antes e após o treinamento em esteira ergométrica. Num terceiro momento, visando buscar possíveis associações entre as medidas de graduação da força muscular e os percentuais do tempo de apoio em cada um dos membros inferiores, antes e após o treinamento, foi utilizado o teste de correlação de linear de

Spearman. Os níveis de significância foram fixados em $p < 0,05$.

Resultados

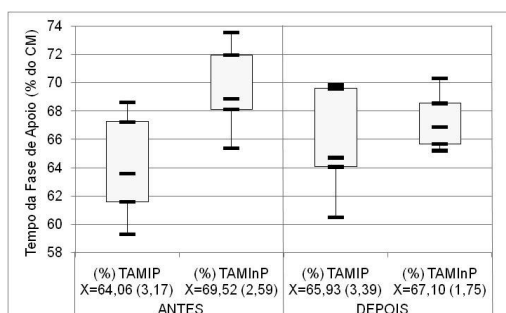
Dados relativos às características da amostra podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Características antropométricas de cada criança que compôs a amostra.

Criança	Idade (anos)	Sexo	Hemiplegia	Massa (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m^2)*	Velocidade Máxima (m/s)**	FCMA \pm dp (bpm)***	FCMD \pm dp (bpm)***
1	6	F	E	21,3	112	16,98	1,50	112,5 \pm 6,95	141,5 \pm 12,96
2	10	M	E	36,1	137	19,23	1,52	96,79 \pm 6,94	140,58 \pm 11,35
3	11	F	D	39,5	140	20,15	1,52	95,70 \pm 7,11	124,62 \pm 19,69
4	10	F	D	32,2	136	17,41	1,31	119,70 \pm 14,07	156,58 \pm 9,44
5	14	M	D	50,4	155	20,97	1,97	100,41 \pm 7,13	139,54 \pm 19,76
6	12	M	D	52,3	151	22,93	1,44	97,91 \pm 5,64	130,58 \pm 13,12
7	13	F	D	50,5	160	19,61	1,66	102,91 \pm 7,08	144,83 \pm 22,99
8	7	M	E	26,7	121	18,23	1,39	100 \pm 9,43	134,20 \pm 15,10
Média	11,92	-	-	38,58	139	19,44	1,54	103,24	139,05
dp	2,77	-	-	11,65	16,51	1,95	0,20	11,46	18,28

M: Masculino; F: Feminino; D: Direita; E: Esquerda; IMC: Índice de Massa Corporal; FCMA: Frequência Cardíaca Média Antes; FCMD: Frequência Cardíaca Média Depois; bpm: batimentos cardíacos por minuto. *IMC dentro dos padrões de normalidade (correspondente a faixa 18,5-24,9 kg/m^2 de adultos) (Cole et al., 2000); **Velocidade máxima atingida no decorrer das sessões; ***Média entre os valores de frequência cardíaca aferidos imediatamente antes e imediatamente após o treinamento em esteira.

Os resultados referentes à caracterização do comportamento da variável percentual de tempo na fase de apoio em cada um dos membros, antes e após o treinamento em esteira ergométrica podem ser observados na figura 2. Esta demonstra as distribuições em percentis (0,25 e 0,75), bem como as medianas, além das médias com os respectivos desvios-padrão, abaixo de cada variável.



CM: Ciclo de Marcha; TAMIP: Tempo de Apoio do Membro Inferior Plégico; TAMInP: Tempo de Apoio do Membro Inferior Não-Plégico; X: Média (Desvio-padrão); ANTES/DEPOIS do treinamento em esteira ergométrica.

Figura 2: Percentual de tempo na fase de apoio em relação ao tempo total do ciclo da marcha.

De uma maneira geral, pôde-se perceber que existe uma distância entre ambos os membros antes

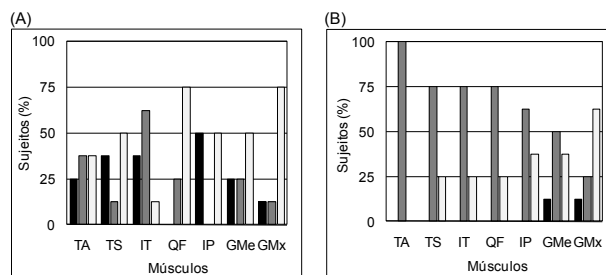
do tratamento que é diminuída depois do treinamento em esteira ergométrica.

Na tabela 2 estão dispostos os achados referentes ao tempo de apoio, antes e depois do treinamento, para ambos os membros, após a aplicação do teste de *Wilcoxon*. Pode-se observar que em ambos os membros houve uma diminuição no tempo despendido para a realização da fase de apoio, com maior ênfase no membro inferior mais acometido.

Tabela 2: Resultados referentes ao percentual de tempo de apoio no membro inferior. Médias, desvios-padrão, medianas, amplitude e valores de *p* (teste de *Wilcoxon*) comparando os membros “plégico” e “não-plégico” antes e após o treinamento.

Variável	Situação	Média (dp)	Mediana [Amplitude]	p-valor
Membro inferior plégico	Antes	64,05 (3,17)	63,58 [59,30-68,64]	0,005
	Depois	65,93 (3,39)	64,70 [60,49-69,88]	
Membro inferior não-plégico	Antes	69,53 (2,59)	68,85 [65,38-73,52]	0,016
	Depois	67,10 (1,63)	66,87 [65,21-70,31]	

Em relação à força muscular, alguns grupos foram graduados com escore (5) (mesmo antes do treinamento em esteira), principalmente nos músculos do hemicorpo menos acometido. Os grupos musculares que se apresentaram deficitários mantiveram a mesma magnitude de pontuação ou aumentaram seu escore, sendo que em nenhum deles foi observado decréscimo da pontuação na escala de força manual, após o treinamento em esteira ergométrica (Figura 3).



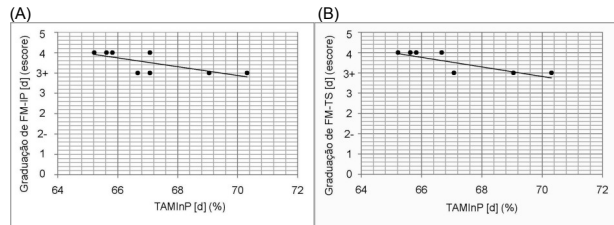
TA: Tibial Anterior; TS: Triceps Sural; IT: Isquiotibiais; QF: Quadriceps Femoral; IP: Iliopsoas; GMe: Glúteo Médio; GMx: Glúteo Máximo.

Figura 3: Distribuição de frequências dos sujeitos os quais, após o treinamento, já possuíam força muscular máxima e a mantiveram – escore = (5) (cinza escuro); indivíduos que mantiveram a mesma força que antes do treinamento – escore \leq (4) (preto) e aqueles que demonstraram um aumento \geq (1) grau de escore (branco), para cada grupo muscular. (A): Membro inferior plégico. (B): Membro inferior não-plégico.

Após a aplicação do teste de correlação linear de *Spearman*, que buscou associações entre os escores de força muscular do membro inferior e os percentuais de tempo na fase de apoio em ambos

hemicorpos, nas ocasiões antes e após o treinamento, foram observadas duas associações significantes, sendo ambas negativas.

Foi possível observar que o menor o tempo despendido para realização da fase de apoio, pelo hemicorpo menos acometido (após o treinamento) esteve associado aos valores de força muscular observados após o treinamento, no hemicorpo plégico (Figura 4).



FM – IP [d]: Força Muscular do Iliopsoas “depois”; FM – TS [d]: Força Muscular do Tríceps Sural “depois”; TAMInP [d]: Tempo de Apoio do Membro Inferior Não-Plégico “depois”; TAMInP [d]: Tempo de Apoio do Membro Inferior Não-Plégico “depois”.

Figura 4: Associações significantes, após a aplicação do Teste de correlação linear de *Spearman*. (A): Relação entre FM – IP [d] e %TAMInP [d]. $rs = -0,7135$, $p = 0,046$. (B): Relação entre FM – TS [d] e %TAMInP [d]. $rs = -0,8781$, $p = 0,004$.

Discussão

Está bem elucidado, na literatura científica, que o tratamento fisioterapêutico deve dar enfoque específico ao que se deseja reabilitar, pois quanto mais as demandas do ambiente do treinamento se assemelharem às do ambiente real, maior será a facilidade de transferência do aprendizado motor durante a reabilitação para as atividades do cotidiano (Schmidt, 1991). Assim sendo, a prática da locomoção na esteira ergométrica, englobando simultaneamente todos os componentes do andar, é mais eficaz que a fisioterapia convencional, que os trata isoladamente (Hesse et al., 1994).

Durante as sessões, as crianças foram encorajadas a tentar andar cada vez mais rápido, e no final delas, o treinamento da marcha mostrou-se eficaz, uma vez que, conforme a figura 2, houve uma aproximação da proporção de utilização dos membros inferiores, após o treinamento em esteira. É consenso na literatura (Berger et al., 1998, Femery et al., 2002, Cimolin et al., 2007) que o tempo despendido durante fase de apoio do membro inferior plégico, em crianças com PC-H, é em geral menor do que o do membro não-plégico. A assimetria no andar é altamente dependente da velocidade: os indivíduos que, após lesões encefálicas, andam mais rápido tendem a ser menos assimétricos do que aqueles que andam devagar (Shumway-Cook & Woollacott, 2003). Harris-Love et al. (2004) sugerem, em seu estudo sobre ativação muscular na esteira e no solo fixo, que a repetição em longo prazo do padrão de ativação gerado pela

esteira, podem resultar em mudanças neurais duradouras, levando a adaptações permanentes na simetria e eficiência da marcha.

Na reabilitação da locomoção é essencial, portanto, estimular uma maior velocidade de deambulação: o treinamento numa velocidade confortável não motivará o desempenho motor tanto quanto treinos mais velozes. Somente assim serão obtidos melhores performances nos testes de caminhada em solo e menores gastos energéticos levando a realização de uma marcha com menor auxílio (Laudocour & Barbeau, 2000a, Laudocour, Barbeau, 2000b). Os incentivos verbais e os acréscimos na velocidade da esteira podem ter colaborado para a diminuição bilateral do percentual de tempo na fase de apoio ($p = 0,016$ no membro plégico e $p = 0,005$ no membro não-plégico), após o treinamento, encontrados no presente estudo.

Cherng et al. (2007), realizaram uma pesquisa com a utilização da esteira ergométrica e suporte parcial de peso em diplégicos. Esses autores chegaram à conclusão de que o treinamento foi eficaz na diminuição do percentual de tempo que as crianças permaneciam em duplo apoio, aumentando o tempo na fase de balanço em relação ao ciclo total da marcha. Esse fato corrobora os achados do estudo aqui descrito, no qual a esteira ergométrica pôde ser um recurso útil para diminuir a fase de apoio, e, no caso de hemiplégicos, assemelhar a proporção do tempo de apoio simples entre os membros.

A realização da marcha em esteira obriga a utilização do membro plégico pela criança, o que torna esse treinamento uma forma de terapia de uso forçado. Esse tipo de tratamento deve ser considerado parte da reabilitação do membro inferior, particularmente em lesões de comprometimento assimétrico (Barbeau, 2003). No presente estudo, a melhora clínica bilateral da força muscular dos membros inferiores, com maiores ganhos no membro plégico (Figura 3), talvez possa ser explicada pelo fato da esteira ter induzido a uma maior utilização do hemicorpo mais acometido, em geral, negligenciado pelas pessoas com PC-H.

Ao associar a força muscular aos percentuais de tempo na fase de apoio em ambos os membros, antes e após treinamento em esteira, foi possível elaborar algumas ponderações. A primeira delas é que não houve nenhuma associação entre a graduação de força (qualquer que fosse o grupo muscular) do membro não-plégico, seja antes ou após o treinamento, com as variáveis do tempo na fase de apoio. Também não houve nenhuma associação entre a graduação da força de qualquer grupo muscular, antes do treinamento com

nenhuma variável do tempo despendido na fase de apoio.

Foi possível observar que, após o treinamento, houve uma relação inversa entre a força dos músculos iliopsoas e tríceps sural do hemicorpo plégico e o percentual de tempo de apoio do membro inferior menos acometido. Assim sendo, podemos entender que, talvez, a melhora da função muscular flexora de quadril e extensora de tornozelo tenha colaborado para um aumento no tempo da fase de apoio no hemicorpo plégico, dessa forma, diminuindo o tempo de apoio no hemicorpo não-plégico.

Embora não demonstrem associações diretas entre a fase de apoio e o ganho de força muscular, Lee et al. (2008), investigaram o impacto do treinamento de força na marcha do indivíduo com PC-H e obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, uma vez que observaram uma melhora da musculatura de quadril e diminuição da fase de duplo apoio após cinco semanas de treino de força.

A associação entre força de iliopsoas e tempo despendido na fase de apoio, encontrados neste estudo, pode estar mais diretamente relacionada não à ação de fletir o quadril, em si, mas à função de manter o quadril estabilizado durante a fase de apoio simples. A marcha com maior velocidade, como foi requisitada no presente estudo, está relacionada com uma maior extensão do quadril no apoio terminal e um momento exagerado do flexor do quadril no início do balanço (Berger, 1998). Essa ideia, que concorda com a melhora da força de iliopsoas e glúteo médio, pode acabar gerando maior torque extensor para apoiar o corpo contra a gravidade durante a fase de apoio simples da marcha, garantindo maior estabilidade na locomoção. Neste sentido, corrobora o estudo de Eek et al. (2008), que observaram além de uma melhora do grupo flexor de quadril, diferenças significantes nos momentos de extensão e flexão de quadril durante a marcha após treinamento de força muscular.

Patikas et al. (2006), em estudo que também envolveu treinamento de força, observaram melhoras no percentual de tempo na fase de apoio; no poder de absorção de forças pela articulação do quadril; no momento e na geração máxima de força da musculatura plantiflexora de tornozelo o que, de uma maneira em geral, assemelha-se com os presentes resultados. Também, em consonância com nossos achados, Faria et al. (2001), encontram melhoras da força muscular do tríceps sural e, conseqüentemente, do padrão da marcha (incluindo percentual na fase de apoio), após aplicação de toxina botulínica e treinamento cinesioterapêutico (que leva à ganhos na função e força muscular).

Apesar das limitações, como o tamanho da amostra e não-utilização de equipamentos específicos para mensuração da força, o presente estudo demonstrou que o treino em esteira ergométrica pode trazer benefícios para a criança com PC-H, como a melhora no tempo de apoio do membro plégico e a função de alguns grupos musculares. Talvez, se a amostra fosse maior, resultados com maior significância pudessem ter sido encontrados. Sugere-se que, em futuras pesquisas, seja associado o uso da toxina botulínica, que por sua vez, diminui a ação da espasticidade, para que a reabilitação da função possa ser realizada com maior facilidade e traga resultados mais expressivos.

Referências

- Abel, M.F. & Damiano, D.L. (1996). Strategies of changing walking speed in cerebral palsy. *Journal of pediatric orthopedics*, 16, 753-758.
- Andersson, C. & Mattsson, E. (2001). Adults with cerebral palsy: a survey describing problems, needs, and resources, with special emphasis on locomotion. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43, 76-82.
- Andersson, C., Grooten, W., Hellsten, M., Kaping, K., & Mattsson, E. (2003). Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45, 220-228.
- Barbeau, H. (2003). Locomotor training in neurorehabilitation: Emerging rehabilitations concepts. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 17, 3-11.
- Berger, W. (1998). Characteristics of locomotor control in children with cerebral palsy. *Neuroscience and Behavioral Reviewers*, 22, 579-582.
- Cherng, R-J., Liu, C-F., Lau, T-W. & Hong, R-B. (2007). Effect of treadmill with body weight support on gait and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 87, 548-555.
- Cimolin, V., Galli, M., Tenore, N., Albertini, G. & Crivellini, M. (2007). Gait strategy of uninvolved limb in children with spastic hemiplegia. *Europa medicophysica*, 43, 303-310.
- Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M. & Dietz, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240. Recuperado em 05 Maio 2011 de: <http://www.bmj.com/cgi/content/full/320/7244/1240>

- Damiano, D.L. & Abel, M.F. (1998). Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, 119-125.
- Damiano, D.L., Laws, E., Carmines, D.V., & Abel, M.F. (2006). Relationship of spasticity to knee angular velocity and motion during gait in cerebral palsy. *Gait & Posture*, 23, 1-8.
- Edelmuth, C.E. (1992). Pessoas portadoras de deficiência. A realidade brasileira. *Integração*, 10, 8-9.
- Eek, M.N., Tranberg, R., Zügner, R., Alkema, K. & Beckung., E. (2008). Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50, 759-764.
- Faria, T.C.C., Masiero, D., Spósito, M.M.M. & Saad, M. (2001). A avaliação do uso da toxina botulínica A e da cinesioterapia na melhora da marcha do portador de paralisia cerebral do tipo hemiparético. *Acta Fisiátrica*, 8, 101-106.
- Femery, V., Moretto, P., Renaut, H., Thévenon, A. & Lensele, G. (2002). Measurement of plantar pressure distribution in hemiplegic children: changes to adaptative gait patterns in accordance with deficiency. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 17, 406-413.
- Harris-Love, M.L., Macko, R.F., Whittall, J. & Forrester, L.W. (2004). Improved Hemiparetic Muscle Activation in Treadmill versus Overground Walking. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 18, 154-160.
- Hesse, S., Bertelt, C., Schaffrin, A., Malezic, M. & Mauritz, K.H. (1994). Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 1087-1093.
- Hislop, H.J., Montgomery, J., Connelly, B. & Taranto, G. (1996). *Daniels & Worthinghan: Provas de Função Muscular – Técnicas de Exame Manual*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Keefer, D.L., Tseh, W., Caputo, J.L., Apperson, K., McGreal, S. & Morgan, D.W. (2004). Comparison of direct and indirect measures of walking energy expenditure in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46, 320-324.
- Laudocour, M. & Barbeau, H. (2000). Functional electrical stimulation-assisted walking for persons with incomplete spinal injuries: changes the kinematics and physiological cost of over ground walking. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 32, 72-79.
- Laudocour, M. & Barbeau, H. (2000). Functional electrical stimulation-assisted walking for persons with incomplete spinal injuries: changes the kinematics and physiological cost of over ground walking. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 32, 72-79.
- Lee, J.H., Sung I.Y. & Yoo, J.Y. (2008). Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 30, 1439-1444.
- Maltais, D., Bar-Or, O., Pierrynowski, M., & Galea, V. (2003). Repeated treadmill walks affect physiologic responses in children with cerebral palsy. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 35, 1653-1661.
- Maltais, D., Unnithan, V., Wilk, B. & Bar-Or, O. (2004). Responses of children with cerebral palsy to treadmill exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1674-1681.
- Mauritz, K.H. (2002). Gait in hemiplegia. *European journal of neurology*, 09, 23-9, dicussion 53-61.
- McNevin, N.H., Coraci, L. & Schafer, J. (2000). Gait in adolescent cerebral palsy: the effect of partial unweighting. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 525-528.
- Michelsen, S.I., Uldall, P., Keys, A.M.T. & Madsen, M. (2005). Education and employment prospect in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 511-517.
- Palisano, R., Rosenbaum, P. & Doreen, B. (2007). *GMFCS – E & R – Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised*. CanChild Centre for Childhood Disability Research Institute for Applied Health Sciences, McMaster University, Canada.
- Patikas, D., Wolf, S.I., Mund, K., Armbrust, P., Schuster, W. & Döderlein, L. (2006). Effects of a postoperative strength training program on the walking ability of children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 619-626.
- Reddihough, D.S. & Collins, K.J. (2003). The epidemiology and causes of cerebral palsy. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 49, 7-12.
- Rethlefsen, S.A., Ryan, D.D. & Kay, R.M. (2010). Classification Systems in Cerebral Palsy. *Orthopedic Management of Cerebral Palsy*, 41, 457-467.
- Schmidt, R.A. (1991). Motor learning principles for physical therapy. In: Lister, M. *Step Contemporary Management of Motor Control Problems*. Alexandria: Foundation for Physical Therapy Inc.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M.H. (2003). *Controle Motor – Teoria e Aplicações Práticas*. Barueri: Manole.

Endereço para correspondência:

Ambulatório de Fisioterapia Aplicada à Neurologia Infantil – Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC-UNICAMP). Rua Vital Brasil, 251, 3º andar. Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Campinas, SP, Brasil. CEP 13083-888. Telefone (19) 3521-7374.

Submetido: 22 de Fevereiro de 2012

Aceito: 06 de Junho de 2012