



## Atividade eletromiográfica dos extensores de tronco durante manuseio pelo Método Neuroevolutivo Bobath

*Electromyographic activity of trunk muscles during therapy using the Concept Bobath*

**Aline de Souza Pagnussat<sup>[a]</sup>, Anelise de Saldanha Simon<sup>[b]</sup>, Camila Grazziotin dos Santos<sup>[c]</sup>, Morgana Postal<sup>[d]</sup>, Sonia Manacero<sup>[e]</sup>, Renata Raab Ramos<sup>[f]</sup>**

<sup>[a]</sup> Fisioterapeuta, doutora em Neurociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professora do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, RS - Brasil, e-mails: alinesp@ufcspa.edu.br; alinespagnussat@gmail.com

<sup>[b]</sup> Fisioterapeuta, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), fisioterapeuta da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD/RS), Porto Alegre, RS - Brasil, e-mail: anesimon@yahoo.com.br

<sup>[c]</sup> Fisioterapeuta, mestre em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fisioterapeuta da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD/RS), Porto Alegre, RS - Brasil, e-mail: camigrazziotin@gmail.com

<sup>[d]</sup> Fisioterapeuta, graduada pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), fisioterapeuta da Associação Dr. Bartholomeu Tacchini - Hospital Tacchini, Bento Gonçalves, RS - Brasil, e-mail: moguipostal@yahoo.com.br

<sup>[e]</sup> Fisioterapeuta, doutoranda em Medicina, Pediatria e Saúde da Criança pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), fisioterapeuta do Centro de Estudos e Fisioterapia para Funcionalidade e Integração (CENEFFI), Porto Alegre, RS - Brasil, e-mail: smanacero@uol.com.br

<sup>[f]</sup> Fisioterapeuta, graduada pelo Centro Universitário Metodista (IPA), aluna do Curso Neuroevolutivo Bobath do Centro de Estudos e Fisioterapia para Funcionalidade e Integração (CENEFFI), Porto Alegre, RS - Brasil, e-mail: renataramos@live.com

---

### Resumo

**Introdução:** Paralisia cerebral é um distúrbio caracterizado por alterações no desenvolvimento da atividade, do movimento e da postura. O Conceito Neuroevolutivo Bobath é um método utilizado na reabilitação neuropediátrica, fundamentando-se na facilitação da aquisição de habilidades sensório-motoras de acordo com a sequência de desenvolvimento neuropsicomotor normal. **Objetivo:** Verificar atividade eletromiográfica de músculos envolvidos no controle cervical nos planos frontal, sagital e transversal, mediante manuseio

em pontos-chave de controle, objetivando transferência de peso e estabilização corporal. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma avaliação quantitativa em um estudo de caso, no qual uma paciente de sete anos de idade, com diagnóstico clínico de paralisia cerebral e síndrome de West, foi submetida à análise eletromiográfica da musculatura envolvida no controle cervical, mediante manuseio em pontos-chave de controle. O registro ocorreu durante o manuseio utilizando postura de decúbito ventral sobre cunha e postura de decúbito lateral sobre o solo. **Resultados:** O sinal eletromiográfico dos extensores e flexores na região cervical intensificou-se mediante manuseio para transferência de peso em ponto-chave de quadril em ambas as posturas. Embora o sinal de base tenha sido ampliado durante a transferência de peso para o quadril, o registro eletromiográfico nos segmentos musculares avaliados foi superior no decúbito lateral. **Conclusões:** Verificou-se que a transferência de peso para o quadril induziu facilitação do controle cervical e que o decúbito lateral de forma repetida e sustentada, mediante correto manuseio, alinhamento e transferência de peso, facilitou de forma mais pronunciada a atividade muscular na região cervical e de tronco superior do que o manuseio em decúbito ventral sobre a cunha.

**Palavras-chave:** Paralisia cerebral. Modalidades de fisioterapia. Eletromiografia.

### Abstract

**Introduction:** Cerebral palsy is a disorder characterized by an abnormal activity, movement and posture development. The Bobath concept is one of the most used methods for the neuropsychiatric rehabilitation and is based on the acquisition of sensorimotor skills according to the normal sequence of the psychomotor development. **Objective:** In this study, we explore the relationship between electromyographic signal (EMG) in muscles involved in the cervical control in the frontal, sagittal and transversal planes and facilitation techniques using key points of control, which is part of the Bobath approach. **Materials and methods:** The methodology was quantitative applied in a case study of one child, seven years old, with Cerebral palsy and West syndrome diagnosis. The surface EMG activity of muscle groups involved in the cervical control (extensors, flexors and lateral flexors) was collected under therapeutic handling using key points of control in ventral decubitus on the wedge and in lateral decubitus along 5 seconds. **Results:** The EMG signal from extensors and flexors muscles was augmented under therapeutic handling for weight bearing using the hip joint as key point of control in both decubitus. Although the EMG basal signal in the ventral position had been intensified during the weight bearing, the EMG activity was higher when the handling was performed using the lateral position. **Conclusion:** We concluded that the therapeutic handling for weight bearing using the hip joint as key point of control induced the facilitation of cervical control. The use of the lateral position as well as the repetition of this position in a maintained way, since the correct alignment position is observed, should be able to induce higher facilitation of cervical control than weight bearing in ventral position on the wedge.

**Keywords:** Cerebral palsy. Physical therapy modalities. Electromyography.

### Introdução

Define-se paralisia cerebral (PC) como um distúrbio caracterizado por alterações no desenvolvimento da atividade, do movimento e da postura, decorrentes de uma lesão cerebral não progressiva durante o desenvolvimento fetal ou infantil (1). Indivíduos acometidos com esta lesão podem apresentar uma variedade de problemas sensório-motores. Alguns, ditos problemas primários, estão diretamente relacionados à lesão no sistema nervoso central (SNC), influenciando o tônus muscular, o equilíbrio, a força e a seletividade,

enquanto que as contraturas musculares e as deformidades ósseas, ditos problemas secundários, desenvolvem-se lentamente ao longo do tempo em resposta aos problemas primários (2). Estudos atuais estimam uma prevalência mundial de dois a três indivíduos acometidos pela paralisia a cada mil nascidos vivos (3).

Conjuntamente ao problema motor primário, pode existir uma série de distúrbios associados, entre eles o retardo mental, as convulsões, a deficiência auditiva e visual, os déficits sensoriais e de fala, os distúrbios de comportamento, de deglutição e alimentação, os problemas respiratórios e as incontinências (3).

Entre os comprometimentos associados destaca-se a ocorrência de epilepsia, a qual está presente em 15 a 55% dos indivíduos com PC (4). A síndrome de West é considerada um tipo de epilepsia, marcada pela ocorrência de espasmos, parada ou interrupção do desenvolvimento neuropsicomotor e padrão hipsarrítmico no eletroencefalograma (EEG) (5).

Uma série de técnicas e métodos terapêuticos tem sido desenvolvida com o objetivo de promover a reabilitação das desordens sensorio-motoras consequentes à PC. O Conceito Neuroevolutivo Bobath foi desenvolvido durante a década de 1950 e tem se mantido atual ao longo dos anos, em função de sua dinâmica capacidade de adaptação frente às novas bases neurocientíficas. Sua abordagem é fundamentada na reabilitação para a resolução de problemas funcionais, com foco na recuperação sensorio-motora dos segmentos corporais acometidos em oposição às compensações de movimento (6, 7).

O Conceito Bobath caracteriza-se por uma maneira particular de observar, analisar e interpretar o desempenho motor em uma dada tarefa, sempre respeitando a sequência necessária de aquisição de habilidades dentro do desenvolvimento neuropsicomotor normal. Embora sua aplicação clínica esteja fundamentada em um raciocínio individualizado a cada caso em vez da aplicação de técnicas padronizadas, seus preceitos podem ser agrupados em estratégias de inibição, estimulação e facilitação. O uso de informações aferentes para melhorar o desempenho motor é descrito como facilitação. Ela permite que movimentos sejam mais bem-sucedidos em relação à orientação postural, componentes de movimento, sequências funcionais, reconhecimento da tarefa e motivação para completá-la (6). Por meio das técnicas de facilitação, o indivíduo tem uma experiência de movimento que não é completamente passiva, mas que ainda não pode realizar sozinho. É o projeto para tornar a atividade possível, pois exige uma resposta e permite que ela aconteça (7). A facilitação também pode ser utilizada para ativação de uma musculatura específica, como forma de preparação para uma atividade volitiva e para estabilizar uma parte do corpo ou um segmento corporal, a fim de reduzir atividades musculares não relevantes na execução de determinada tarefa (6).

Crianças com desenvolvimento típico e crianças com PC apresentam diferentes padrões de ajuste postural. As atividades musculares são limitadas por sinergias que ajudam a aumentar ou diminuir o sucesso da tarefa (8). O desenvolvimento do controle da cabeça é a aquisição motora mais básica no processo neuroevolutivo e

depende da capacidade de integrar aferências vestibulares e proprioceptivas ao comando motor eferente das vias ventro-mediais de controle postural. Seu desenvolvimento é primordial para a modulação reflexa disparada pela ativação de receptores sensoriais localizados na cabeça, os quais podem resultar em modificações tônicas que interferem na manutenção da postura e na geração de movimentos voluntários. No desenvolvimento motor normal, o controle completo da cabeça só é alcançado aos seis meses de idade, após a criança ser capaz de controlar de forma coordenada a atividade de flexores, extensores e flexores laterais (9).

Os métodos fisioterapêuticos em uso para o tratamento das desordens neuromotoras decorrentes da PC, embora resultem em evidências clínicas positivas, ainda carecem de quantificação acerca de seus resultados. A eletromiografia (EMG) é um recurso técnico desenvolvido para avaliação e registro da atividade elétrica produzida pela contração de músculos estriados esqueléticos. Por meio do registro eletromiográfico é possível inferir sobre as variações de polarização das membranas das fibras musculares, localizadas entre os eletrodos de registro, e mensurar a atividade muscular em uma determinada tarefa ou postura (10, 11).

Diante do anteriormente exposto e com o intuito de ampliar a compreensão das técnicas para facilitação do controle de cabeça, o objetivo deste trabalho foi verificar a atividade eletromiográfica de músculos envolvidos no controle cervical nos planos frontal, sagital e transversal, mediante manuseio em pontos-chave de controle, objetivando transferência de peso e estabilização corporal.

## Materiais e métodos

### Participante

Participou deste estudo uma criança, do sexo feminino, com sete anos de idade, com diagnóstico clínico de paralisia cerebral e síndrome de West. Na avaliação clínica foi constatado componente espástico-atetóide, disposição topográfica de alteração de tônus em quadriplegia e graduação motora nível V, de acordo com o Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) (12). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA), sob o Parecer n. 1463/11. Os dados foram capturados após informação sobre os objetivos da pesquisa e o consentimento fornecido pelo responsável.

## Coleta de dados

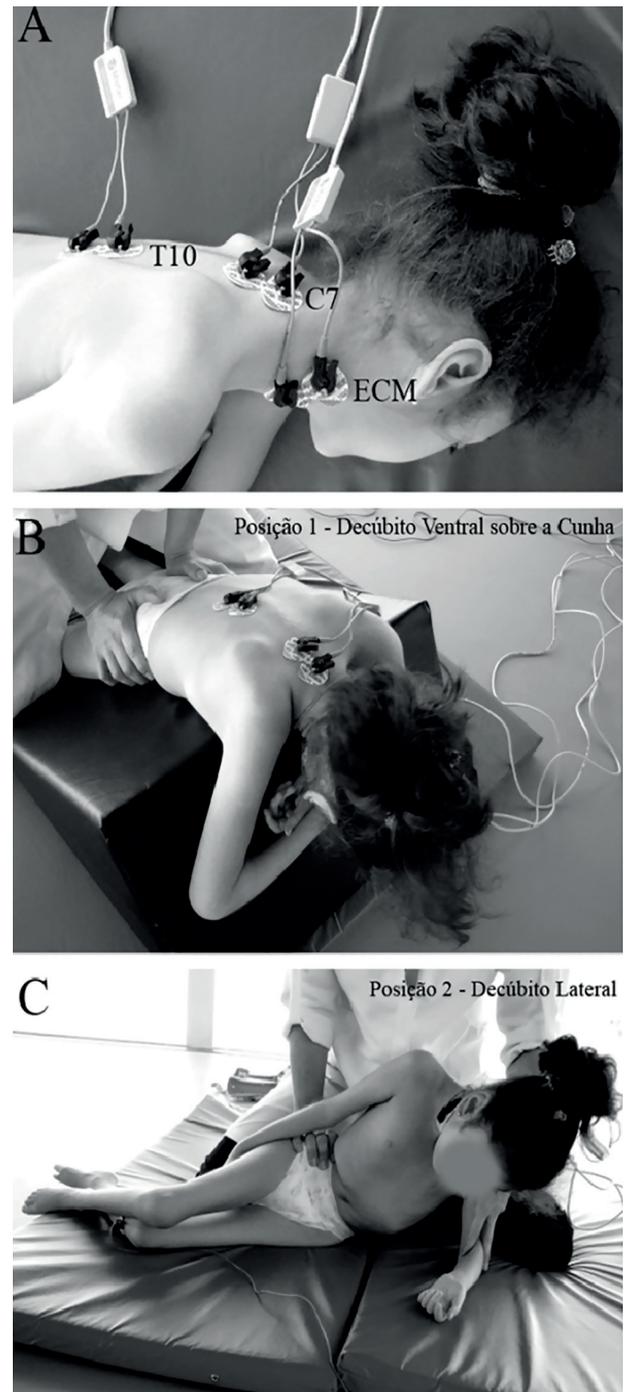
Para a coleta do sinal eletromiográfico foi utilizado o aparelho Miotool 400 (Miotec/Brasil), com frequência de amostragem de 2000 Hz/canal, com quatro canais e conexão a computador portátil da marca DELL (vostro 1400, Windows Vista), por meio do *software* Miographs. A captação do sinal foi realizada utilizando-se eletrodos AG/AGCL autoadesivos com configuração bipolar, diâmetro de 2,2 cm, da marca Miotrace. A distância centro a centro entre os eletrodos foi de 20 mm, conforme recomendação do SENIAM (13). Para a realização da coleta, realizou-se a redução da impedância da pele por meio de assepsia e abrasão leve com algodão embebido em álcool 70%, com base nas diretrizes da International Society of Electrophysiology and Kinesiology. Para seguir a trajetória do potencial de ação muscular, garantindo uma melhor obtenção do sinal EMG, os eletrodos foram posicionados longitudinalmente às fibras musculares (14).

Os eletrodos foram posicionados de forma a permitir a captura do sinal EMG de músculos envolvidos no controle da cabeça. A fim de verificar a atividade muscular dos extensores cervicais e torácicos, os eletrodos foram posicionados sobre o ventre muscular, 2 cm lateral ao processo espinhoso vertebral, ao nível de C7 e T10. O registro do controle flexor foi obtido por meio da captura do sinal da atividade muscular do músculo esternocleidomastoideo (ECM), levando em consideração a atividade deste músculo no controle flexor nos planos frontal e sagital (8, 15) (Figura 1A). O eletrodo de referência foi acoplado à tuberosidade da tíbia esquerda.

As posturas utilizadas durante o registro do sinal foram: a) Postura 1 – em decúbito ventral, com apoio ventral de tronco sobre uma cunha de posicionamento de 25 cm de altura e ADM glenoumeral em flexão aproximada de 90° (Figura 1B); b) Postura 2 – em decúbito lateral direito sobre o solo, ADM glenoumeral em abdução aproximada de 60°. Nessa postura foi realizada estabilização em ponto-chave do cotovelo no lado do apoio, devido à incapacidade de controle ativo da cintura escapular, visando melhor alinhamento (Figura 1C).

O registro da atividade muscular de repouso foi obtido após a criança ter sido colocada nas posturas anteriormente descritas. O segundo registro da atividade muscular foi realizado mediante manuseio em pontos-chave de controle para transferência de peso sobre o quadril, conforme ilustrado na Figura 1. A captação do sinal foi realizada ao longo de cinco segundos em cada postura, com a participação de um pesquisador para

o manuseio da criança em todas as posturas e outro avaliador para a coleta de todos os sinais.



**Figura 1** – A) Localização dos eletrodos para registro da atividade de músculos extensores e flexores da região cervical, ao nível de T10 e C7 e no músculo esternocleidomastoideo (ECM); B) Representação da postura 1 de registro, em decúbito ventral sobre cunha de posicionamento; C) Representação da postura 2 de registro, em decúbito lateral sobre o solo  
Fonte: Dados da pesquisa.

## Análise dos dados

O sinal foi tratado por meio do uso de filtro Butterworth de quarta ordem e com frequência de corte tipo passa-banda de 20-450 Hz, para a aquisição do completo espectro do registro EMG e ganho de 1000 Hz (13). Após a realização da normalização por picos, foi utilizado o sinal Root Mean Square (RMS), o qual avalia o nível de atividade do sinal EMG (16). Para cada registro, em todas as posturas e músculos avaliados, utilizou-se o maior valor EMG obtido.

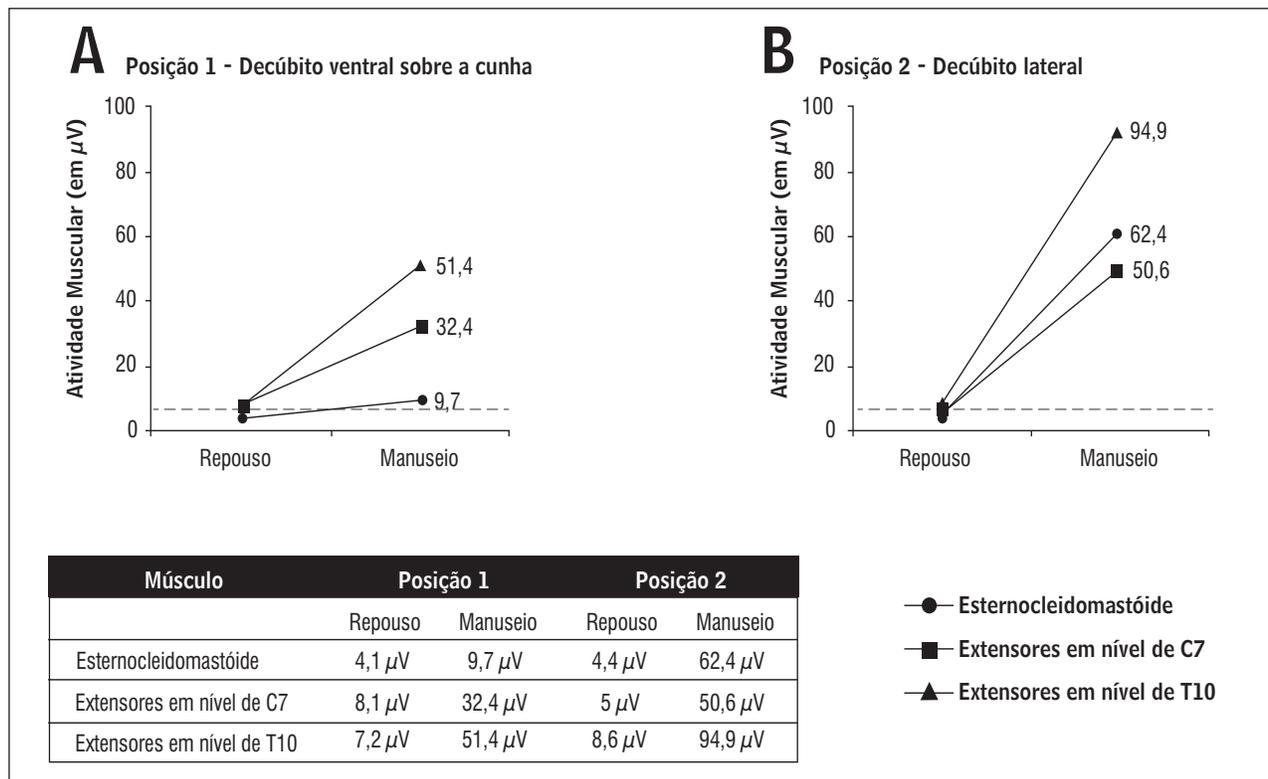
## Resultados

O sinal eletromiográfico dos extensores e flexores na região cervical foi intensificado mediante manuseio para transferência de peso em ponto-chave de quadril em ambas as posturas. Embora o sinal de base, tomado em repouso em decúbito ventral sobre

a cunha, tenha sido ampliado durante a transferência de peso para o quadril nos três pontos avaliados, o registro do sinal eletromiográfico em todos os pontos avaliados (ECM, C7 e T10) foi superior na postura 2 quando comparado à postura 1 (Gráfico 1). Os resultados foram expressos como médias dos valores dos sinais eletromiográficos de RMS.

## Discussão

Os resultados evidenciaram aumento do sinal eletromiográfico mediante manuseio, em ambas as posturas e em todos os segmentos/músculos avaliados, quando comparado ao sinal registrado em repouso. De forma geral, o aumento da atividade muscular em todos os pontos avaliados foi superior quando a tomada de peso no quadril foi realizada na postura 2 (decúbito lateral) em comparação à tomada de peso na postura 1 (decúbito ventral sobre a cunha).



**Gráfico 1** – Valores obtidos a partir do registro da atividade eletromiográfica nos músculos extensores em nível de C7 e T10 e no músculo esternocleidomastoideo (ECM) nas duas posturas avaliadas A) Valores obtidos na postura 1 – decúbito ventral sobre a cunha; B) Valores obtidos na postura 2 – decúbito lateral<sup>1</sup>.

Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>1</sup> Valores expressos em µV. A linha pontilhada representa a média dos valores obtidos em repouso

O Conceito Neuroevolutivo Bobath é amplamente utilizado para o tratamento de reabilitação de sequelas sensório-motoras após lesões (17, 18). Dentre outras técnicas, utiliza as trocas de postura de forma sequencial, obedecendo a ordem de aquisição de habilidades motoras ao longo dos marcos do desenvolvimento neuropsicomotor normal (DNPM) (6). O decúbito ventral e o decúbito lateral são posturas adotadas pela criança durante o DNPM. O desenvolvimento das reações de retificação ocorre inicialmente em prono, por meio do aprimoramento da atividade dos músculos extensores cervicais e de tronco superior. O controle da musculatura flexora nos planos sagital e frontal desenvolve-se a seguir, devendo haver atividade coordenada entre esses grupos musculares ao final do sexto mês, como sinal da maturidade do controle da cabeça (9, 19, 20).

Embora esse seja o conceito primariamente escolhido no tratamento das sequelas sensório-motoras da PC, a maioria dos estudos que visa à quantificação dos resultados obtidos por meio das técnicas de facilitação possui limitações metodológicas que impossibilitam estabelecer conclusões acerca de sua eficácia como forma de tratamento (17, 21). Além disso, grande parte da literatura disponível expõe os efeitos positivos do conceito somente em pacientes adultos com lesão encefálica adquirida (22, 23).

O conceito Bobath preconiza a utilização do controle manual do terapeuta por meio de manuseio em pontos-chave como forma de induzir, limitar, modular ou restabelecer padrões de movimento típicos dentro do contexto de uma tarefa específica. Uma das grandes barreiras para a avaliação da eficácia terapêutica do conceito é a falta de unificação entre manuseios e posturas utilizadas durante a terapia (21). Nesse contexto, o registro da atividade EMG torna-se uma atraente ferramenta para a quantificação do estímulo-resposta das técnicas de facilitação na aquisição das reações de retificação em diferentes posturas e comprovação das técnicas de reabilitação utilizadas em fisioterapia (24, 25).

Neste estudo verificou-se que a transferência de peso para o quadril foi capaz de induzir facilitação do controle cervical. A transferência e a manutenção do peso em regiões corporais opostas àquelas em que se deseja incremento da atividade muscular parece ser a base do processo de facilitação das reações de retificação, possibilitando maior controle e atividade muscular, desenvolvimento de habilidades motoras, retificação e postura. O manuseio utilizado neste estudo

fundamenta-se biomecanicamente no fato de que a transferência de peso no quadril facilitaria o desenvolvimento do torque muscular necessário para elevação e retificação da cabeça em ambos os decúbitos. Isso proporcionaria à criança as primeiras experiências sensório-motoras satisfatórias de retificação nessas posturas, sendo o primeiro passo para a posterior aquisição da habilidade motora de controle cervical (6).

Uma das hipóteses que poderia fundamentar o incremento da atividade muscular mediante facilitação por transferência de peso é a de que, mediante o manuseio, seria possível colocar os músculos em vantagem mecânica de comprimento-tensão, possibilitando que os sarcômeros permanecessem em um comprimento mais facilitatório ao estabelecimento das pontes entre actina e miosina, contração muscular e consequente geração de tensão.

A atividade muscular na região estudada, inferida por meio do aumento do sinal EMG, foi superior quando a transferência de peso se deu no sentido oblíquo (criança posicionada em decúbito lateral) em oposição à transferência de peso somente no sentido vertical (obtida na postura decúbito ventral sobre a cunha). Possivelmente, a transferência de peso, quando realizada em sentido oblíquo ao plano de apoio, resulte em maior capacidade de facilitação da atividade do músculo ECM. A ativação desse músculo, em particular, é fundamental para o desenvolvimento do controle cervical/de cabeça nos planos sagital, frontal e transversal e consequente maturação do controle cervical durante o DNPM (26). O músculo ECM normalmente possui atividade reduzida em crianças com alteração de tônus do tipo espasticidade, uma vez que seu desenvolvimento motor não ocorre de forma satisfatória em função da dificuldade em vencer o padrão extensor de tronco, resultante da alteração de modulação das vias ventro-mediais de controle de movimento (26).

Além disso, as respostas ao *feedback* sensorial fornecido pelas mãos do terapeuta poderiam representar o início da resposta evocada no SNC, não somente reativa, mas de forma proativa ao estímulo tátil e de pressão. Os mecanismos centrais de produção de movimento, ou a geração de programas motores específicos, seriam possibilitados por meio dos manuseios de facilitação nas diferentes posturas, uma vez que a construção do engrama motor depende da experiência sensório-motora prévia (27).

O manuseio em ponto-chave de controle, visando a transferência de peso no quadril, resultou em aumento do sinal EMG em todos os segmentos musculares

analisados e em ambos os decúbitos. A facilitação parece ser mais pronunciada quando o suporte de peso ocorre no sentido oblíquo à base de apoio. Sendo assim, a adoção do decúbito lateral poderia ser mais benéfica à aquisição do controle cervical (28).

## Conclusões

Nossa hipótese é de que o uso do decúbito lateral, de forma repetida e sustentada, desde que mediante correto manuseio, alinhamento e transferência de peso, pode ser capaz de facilitar de forma mais pronunciada a atividade muscular na região cervical e de tronco superior do que o manuseio em decúbito ventral sobre a cunha. Os resultados aqui apresentados têm implicação direta no processo de reabilitação neurológica da criança, uma vez que o manuseio em decúbito lateral poderia ser mais benéfico para o desenvolvimento do controle de cabeça do que as transferências de peso em prono sobre a cunha. Tratando-se de uma análise transversal de apenas um caso, mais pesquisas são necessárias a fim de elucidar os efeitos dos manuseios de facilitação nessas posturas sobre a aquisição e manutenção do controle cervical em todos os planos de movimento.

## Referências

- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(8):571-6.
- Camerota F, Galli M, Celletti C, Vimercati S, Cimolin V, Tenore N, et al. Quantitative effects of repeated muscle vibrations on gait pattern in a 5-year-old child with cerebral palsy. *Case Report Med*. 2011;2011:359126.
- Berker AN, Yalcin MS. Cerebral palsy: orthopedic aspects and rehabilitation. *Pediatr Clin North Am*. 2008;55(5):1209-25.
- Wallace SJ. Epilepsy in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(10):713-7.
- Asano E, Chugani DC, Juhasz C, Muzik O, Chugani HT. Surgical treatment of West syndrome. *Brain Dev*. 2001;23(7):668-76.
- Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. The Bobath concept in contemporary clinical practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009;16(1):57-68.
- Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke*. 2009;40(4):e89-97.
- Bigongiari A, de Andrade e Souza F, Franciulli PM, Sel R Neto, Araujo RC, Mochizuki L. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci*. 2011;30(3):648-57.
- Bly L. Components of normal movement during the first year of life and abnormal motor development. Chicago: NDT; 1993.
- Gosselin G, Rassoulia H, Brown I. Effects of neck extensor muscles fatigue on balance. *Clin Biomech*. 2004;19(5):473-9.
- Christie A, Greig Inglis J, Kamen G, Gabriel DA. Relationships between surface EMG variables and motor unit firing rates. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107(2):177-85.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214-23.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(5):361-74.
- Young AJ, Hargrove LJ, Kuiken TA. The effects of electrode size and orientation on the sensitivity of myoelectric pattern recognition systems to electrode shift. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2011;58(9):2537-44.
- Cioni M, Pisasale M, Abela S, Belfiore T, Micale M. Physiological electromyographic activation patterns of trunk muscles during walking. *The Open Rehabilitation Journal*. 2010;3:136-42.
- Robertson DGE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN. Research methods in biomechanics. Champaign: Human Kinetics; 2004.
- Paci M. Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *J Rehabil Med*. 2003;35(1):2-7.

18. Huseyinsinoglu BE, Ozdincler AR, Krespi Y. Bobath Concept versus constraint-induced movement therapy to improve arm functional recovery in stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012;26(8):705-15.
19. Forssberg H. Neural control of human motor development. *Curr Opin Neurobiol.* 1999;9(6):676-82.
20. Dudek-Shriber L, Zelazny S. The effects of prone positioning on the quality and acquisition of developmental milestones in four-month-old infants. *Pediatr Phys Ther.* 2007;19(1):48-55.
21. Levin MF, Panturin E. Sensorimotor integration for functional recovery and the Bobath approach. *Motor Control.* 2011;15(2):285-301.
22. Wang RY, Chen HI, Chen CY, Yang YR. Efficacy of Bobath versus orthopaedic approach on impairment and function at different motor recovery stages after stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2005;19(2):155-64.
23. Kim B, Gerlinde H, Gerhard R, Susan C. Does physiotherapy based on the Bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2011;25(10):903-12.
24. Mayston MJ, Harrison LM, Stephens JA. A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Ann Neurol.* 1999;45(5):583-94.
25. Crow J, Pizzari T, Buttifant D. Muscle onset can be improved by therapeutic exercise: a systematic review. *Phys Ther Sport.* 2011;12(4):199-209.
26. Bly L. Motor skill acquisition in the first year: an illustrated guide to normal development. San Antonio: Therapy Skill Builders; 1993.
27. Velickovic TD, Perat MV. Basic principles of the neurodevelopmental treatment. *Medicina.* 2005;42(41):112-20.
28. Ratliff-Schaub K, Hunt CE, Crowell D, Golub H, Smok-Pearsall S, Palmer P, et al. Relationship between infant sleep position and motor development in preterm infants. *J Dev Behav Pediatr.* 2001;22(5):293-9.

Recebido: 18/07/2012

Received: 07/18/2012

Aprovado: 26/09/2013

Approved: 09/26/2013