

# Terapia de restrição e indução ao movimento modificada na abordagem terapêutica de uma criança hemiparética crônica pós-acidente vascular encefálico isquêmico infantil: um relato de caso

*Modified constraint-induced movement therapy in the approach of post-stroke chronic hemiparetic child: a case report*

*Terapia de restricción y inducción al movimiento modificada en el planteamiento terapéutico de un niño hemiparético crónico después de un accidente cerebrovascular isquémico infantil: un reporte de caso*

Tamyris Padovani dos Santos<sup>1</sup>, Patrícia Silva<sup>2</sup>, João Eduardo de Araújo<sup>1</sup>, Fernanda Lopes Buiatti de Araújo<sup>2,3</sup>

**RESUMO** | O acidente vascular encefálico (AVE) é resultado de desorientação da atividade encefálica, de origem vascular, com mais de 24 horas de duração. A terapia de restrição com indução ao movimento (TCIM) destaca-se como método de reabilitação motora que proporciona reorganização cortical. O objetivo deste trabalho foi avaliar a função motora em uma criança pós-AVE, antes e após a TCIM. Participou deste estudo uma criança do sexo feminino, com nove anos e hemiparesia crônica à esquerda. No início e no final do protocolo de TCIM, para a análise simultânea dos músculos flexores e extensores de punho em contração isométrica voluntária máxima, foi utilizada a eletromiografia de superfície para avaliar o equilíbrio e a estabilometria. A paciente teve o membro superior (MS) não parético imobilizado junto ao corpo, possibilitando somente a utilização do MS parético. Ainda, foram realizadas 14 sessões consecutivas de fisioterapia. Para a contenção, foi utilizada uma malha tubular, durante 23 horas por dia. A análise revelou um aumento da *root mean square* (RMS) de flexores e extensores de punho, melhora do equilíbrio e descarga de peso após a intervenção. Assim, 14 dias de TCIM associada ao protocolo de atividades funcionais na fisioterapia resultaram em um melhor padrão de ativação muscular dos extensores e flexores do punho e uma importante melhora do equilíbrio da paciente.

**Descritores** | Acidente Vascular Cerebral; Terapia por Exercício; Equilíbrio Postural; Eletromiografia.

**ABSTRACT** | Stroke is the result of disorientation of brain activity of vascular origin, with more than 24 hours. The constrain induction movement therapy (CIMT) is a highlighting method for motor rehabilitation that provides cortical reorganization. The aim of this study was to evaluate the motor function after stroke in a child before and after CIMT. Participated in this study, a female child, nine years old and with chronic left hemiparesis. For the simultaneous analysis of the flexor and extensor muscles of the wrist in maximal voluntary isometric contraction, at the start and the end of CIMT protocol, we used surface electromyography and stabilometry to balance access. The patient had constricted close to the body the non-paretic upper limb, enabling only the use of the paretic upper limb. Still, 14 consecutive sessions of physiotherapy were performed. For constriction, we use a tubular mesh for 23 hours per day. The analysis revealed a root mean square (RMS) increase in flexors and extensors to the wrist, improves balance and weight bearing. Thus, fourteen days CIMT associated a functional activities protocol resulted in an improved of extensors and flexors of the wrist muscle activation pattern and a significant improvement of the balance of the patient.

**Keywords** | Stroke; Exercise Therapy; Postural Balance; Electromyography.

Estudo desenvolvido na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP) e no Centro Integrado de Reabilitação, anexo do Hospital Estadual de Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) - Ribeirão Preto (SP), Brazil.

<sup>2</sup>UNIP - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Paulista de Estudos Sistêmicos (IPES) - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: João Eduardo de Araújo - Avenida dos Bandeirantes, 3.900 - CEP: 14049-900 - Ribeirão Preto (SP), Brasil - E-mail: araujoje@fmrp.usp.br  
Apresentação: jul. 2013 - Aceito para publicação: jul. 2014 - Fonte de financiamento: nenhuma - Conflito de interesses: nada a declarar - Parecer de aprovação no Comitê de Ética nº 1114/11 (UNIP) - Apresentação em evento científico: Painel no III Simpósio do Instituto Paulista de Estudos Sistêmicos (IPES) em Ribeirão Preto e no formato oral no evento de premiação dos melhores trabalhos de conclusão de curso da fisioterapia realizado na UNIP, campus Ribeirão Preto.

**RESUMEN** | El accidente vascular encefálico (AVE) es resultado de la desorientación de la actividad encefálica, de origen vascular, con más de 24 horas de duración. La terapia de constricción con inducción al movimiento (TCIM) se destaca como un método de rehabilitación motora que proporciona la reorganización cortical. El objetivo de este trabajo fue evaluar la función motora de un niño pos-AVE, antes y después de la TCIM. Participó de este estudio un niño de nueve años y con hemiparesia crónica a la izquierda. Al principio y al final del protocolo de TCIM para el análisis simultáneo de los músculos flexores y extensores de la muñeca en la contracción isométrica voluntaria máxima, se utilizó la electromiografía de superficie para evaluar el equilibrio. El paciente tuvo el

miembro superior (MS) no parético inmovilizado junto al cuerpo, lo que permitió sólo el uso del MS parético. Además, fueron realizadas 14 sesiones consecutivas de fisioterapia. Para la contención, se utilizó una malla tubular durante 23 horas al día. El análisis reveló un aumento de la *root mean square* (RMS) de flexores y extensores de la muñeca, mejora del equilibrio y descarga de peso después de la intervención. Por lo tanto, 14 días de TCIM asociada con el protocolo de actividades funcionales en la fisioterapia resultaron un mejor patrón de activación muscular de los extensores y flexores de la muñeca y una mejora significativa del equilibrio de la paciente.

**Palabras clave** | Accidente Cerebrovascular; Terapia por ejercicio; Equilibrio postural; Electromiografía.

## INTRODUÇÃO

O acidente vascular encefálico (AVE) é definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a presença de disfunção da atividade cerebral, de origem vascular, por mais de 24 horas<sup>1</sup>. De acordo com sua etiologia, pode ser classificado como isquêmico (AVEi) ou hemorrágico (AVEh)<sup>2-4</sup>. Os episódios súbitos de isquemia e alterações neurológicas com sintomas inferiores a 24 horas são classificados como ataque isquêmico transitório (AIT)<sup>5</sup>. Em crianças, os episódios de AVE são escassos; porém, devido ao diagnóstico tardio, geralmente com mais de 24 horas após o nascimento, surgem sérios problemas e complicações<sup>6</sup>. Do ponto de vista epidemiológico, em cada 100.000 crianças com até 14 anos, de 2 a 8 são acometidas por AVE<sup>6</sup>.

Entre as sequelas encontradas estão os déficits motores, a hemiparesia, a diminuição de força do lado parético, modificação do tônus muscular, dispraxias<sup>7</sup>, diminuição na amplitude de movimento articular e alterações do equilíbrio<sup>8</sup>. A dificuldade de movimentação e funcionalidade do membro afetado, principalmente da mão, é uma das sequelas mais importantes nos pacientes hemiparéticos<sup>2,8</sup>. Quando o membro contralateral não parético é funcional, mecanismos plásticos que incluem o reaprendizado neuromotor, por meio da potencialização das aferências para o córtex sensorial e motor, inviabilizam a utilização do membro parético<sup>2,7,8</sup>.

Diferentes técnicas podem ser utilizadas na reabilitação<sup>9</sup>; entretanto, entre as mais recentemente utilizadas, destaca-se a terapia de constricção com indução do movimento (TCIM)<sup>10</sup>. Taub, em 1980, apresentou uma terapia que obrigava o paciente a utilizar forçadamente o braço e a mão paréticos, por meio da TCIM<sup>2,4,7-10</sup>. Os primeiros trabalhos foram realizados com primatas, proporcionando evidências para o surgimento do conceito de desuso aprendido e, posteriormente, o entendimento da diminuição da

representação da área cortical, justificando, assim, a inabilidade motora do segmento parético<sup>10</sup>. Por outro lado, a TCIM promove reorganizações tanto no córtex relacionado à lesão como no contralateral, proporcionando o retorno da motricidade e da funcionalidade<sup>2,4,7-10</sup>. A TCIM é composta de duas partes: contenção do membro superior (MS) não lesado e treinamento intensivo, com tarefas orientadas e repetitivas, por intermédio de exercícios que simulam as atividades funcionais e de vida diária<sup>8-10</sup>.

Tradicionalmente, a TCIM foi desenvolvida para a reabilitação de pacientes adultos, mas se apresenta como uma possibilidade para a reabilitação de crianças com sequelas motoras. Essa possibilidade foi evidenciada por trabalhos em crianças que apresentavam sequelas motoras de paralisia cerebral. Entretanto, nesses trabalhos, existe uma grande variabilidade no tempo de contenção de movimento (de 10 dias até 4 semanas), em relação ao tempo de estimulação diária (de 3 a 6 horas) e em relação ao protocolo de estimulação utilizado<sup>11-14</sup>.

Devido à escassez de trabalhos utilizando a TCIM em crianças pós-AVE e da variabilidade de protocolos existentes, novos trabalhos são fundamentais para demonstrar sua viabilidade e sua eficácia em modificar a função motora de crianças pós-AVE. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a função motora em uma criança pós-AVE, antes e após a TCIM.

## METODOLOGIA

### Paciente

Para a realização deste trabalho, foi selecionada uma paciente do sexo feminino, com nove anos, estudante,

portadora de sequelas de AVEi desde o nascimento, apresentando hemicorpo parético à esquerda e dificuldade de movimentos no MS esquerdo. A paciente estava inserida no serviço de Fisioterapia Neurológica Pediátrica da Universidade Paulista (UNIP). O estudo de caso obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIP (protocolo nº 1114/11), onde a mãe e a participante do estudo concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O protocolo da TCIM foi executado na Clínica Escola da UNIP, *campus* Vargas, e a avaliação com eletromiografia de superfície (EMG) e estabilometria foi realizada no Centro Integrado de Reabilitação (CIR) do Hospital Estadual da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP).

### Procedimentos de avaliação

Para a coleta eletromiográfica, foi utilizado um eletromiógrafo da marca EMG System do Brasil (São José dos Campos, São Paulo), modelo EMG 410C, com dois canais, utilizando eletrodos adesivos bipolares duplos (com distância intereletrodo fixa) e descartáveis, modelo (AGCL), da marca Hal. Para realização das coletas, os pelos na área de colocação dos eletrodos foram retirados com um aparelho de barbear descartável. Foi realizada uma abrasão na pele da paciente, por meio de uma lixa de unha, para a retirada de células mortas, e a área posteriormente foi limpa com álcool a 70%<sup>15,16</sup>.

Os eletrodos ativos foram colocados nos ventres musculares, paralelos às fibras e próximos aos pontos motores dos músculos flexores e extensores de punho. O eletrodo dispersivo foi fixado no processo estilóide da ulna<sup>17</sup>. Todos os procedimentos preparatórios e a colocação dos eletrodos foram realizados de acordo com as recomendações do projeto da União Europeia de Eletromiografia de Superfície para a Abordagem não Invasiva Muscular (SENIAM)<sup>15,16</sup>.

Para a análise, a paciente permaneceu sentada, com flexão de 90° de cotovelo. Durante a coleta do sinal eletromiográfico, a paciente sustentava, com o punho em posição neutra (ora pronado, ora supinado), um rolo de espuma, um peso de 1 kg e outro peso de 2 kg, fazendo com que a análise do sinal acontecesse de maneira simultânea para os extensores e flexores do punho.

A estabilometria foi realizada para avaliação do equilíbrio analisando as oscilações do centro de pressão nos eixos anteroposterior e médio-lateral. Para a avaliação, foi utilizada uma plataforma de força da marca EMG System do Brasil (São José dos Campos, São Paulo); a análise dos dados foi realizada pelo *software*

Biomec 4000. A avaliação foi realizada no modo bipodálico, com olhos abertos e fechados durante 30 segundos.

### Procedimentos de intervenção (protocolo TCIM e fisioterapia)

A paciente teve o MS não parético colocado em constrição, por meio de uma malha tubular que mantinha o MS direito posicionado em adução e rotação interna de ombro e flexão de cotovelo em 90°, 23 horas por dia, por um período total de 14 dias (Figura 1). A constrição foi retirada somente durante as sessões de fisioterapia, que aconteciam sete dias por semana, para a realização de atividades funcionais, tais como: exercícios de coordenação e estimulação para pinça e preensão, estimulação sensorio-motora, alongamentos dos MSs direito e esquerdo.

Dessa maneira, após as sessões de fisioterapia, a malha tubular era recolocada e a paciente foi obrigada a exercer suas atividades funcionais cotidianas com o membro parético. Durante o protocolo, a paciente compareceu às sessões de fisioterapia por 14 dias consecutivos.

Antes das intervenções, a paciente foi submetida à análise de EMG e estabilometria; após esse procedimento, foi colocada a constrição no MS não parético. Após os 14 dias de constrição, com uma sessão de fisioterapia diária, o protocolo foi finalizado e novamente foi realizada a análise de EMG e estabilometria. Cada sessão de fisioterapia teve duração de 50 minutos. As atividades funcionais realizadas diariamente que compuseram o protocolo de tratamento foram: vestir-se: abotoar e desabotoar, abrir e fechar zíper, passar cadaço,



Figura 1. Posicionamento do membro superior não parético com a malha tubular

amarrar e desamarrar; higiene pessoal: pentear e prender o cabelo, escovar os dentes; alimentar-se: levar um copo até a boca, levar um talher até a boca; tarefas domésticas: pendurar roupas com o pregador no varal; manipular objetos: abrir e fechar fechaduras, abrir e fechar maçanetas com diferentes espessuras, brinquedos com encaixes, atividades de pinça e preensão com objetos.

## Análise estatística

Os resultados da avaliação inicial (antes do protocolo) e final (ao término do protocolo) foram comparados de maneira descritiva, e os resultados de EMG foram normalizados em porcentagem. Para a EMG, foi comparado o nível de atividade do sinal *root mean square* (RMS) dos músculos flexores e extensores de punho. A avaliação de estabilometria foi realizada antes do início do protocolo de TCIM, imediatamente após a realização da constrição, no décimo quarto dia (final do protocolo), ainda com o MS em constrição, e imediatamente após a retirada da constrição. Na avaliação foi comparada a oscilação dos centros de pressão anteroposterior e médio-lateral.

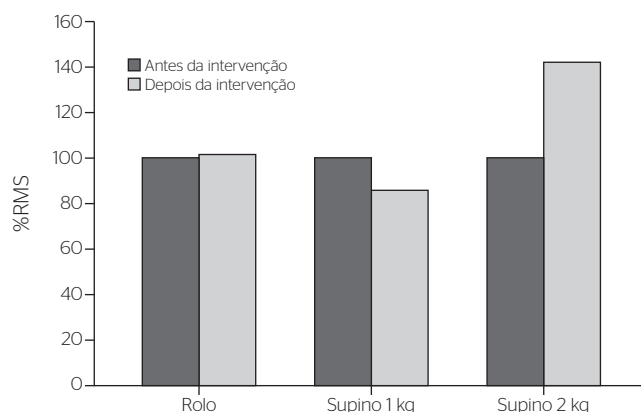
## RESULTADOS

Após a finalização do protocolo com a TCIM, a avaliação dos músculos flexores de punho mostrou uma maior ativação RMS, comparada com os valores obtidos antes do início do tratamento. Para a atividade de segurar o rolo de espuma, houve um aumento de 1,37% na atividade RMS, quando comparada com a avaliação inicial. Na posição com o punho em neutro e em supinação sustentando um peso de 1 kg, observou-se uma redução de 14,27% de atividade RMS. Para a posição com o punho em neutro e em supinação, segurando um peso de 2 kg, foi observado um aumento de 41,87% na atividade RMS (Figura 2).

Na mesma direção, na análise dos músculos extensores de punho foi observada uma maior ativação RMS. Na posição de segurar o rolo de espuma a ativação RMS foi 33,3% maior do que no início. Para a posição com o punho em neutro e pronação com os pesos de 1 kg e 2 kg, foi observado aumento da ativação RMS de 24,27 e 2,41%, respectivamente (Figura 3).

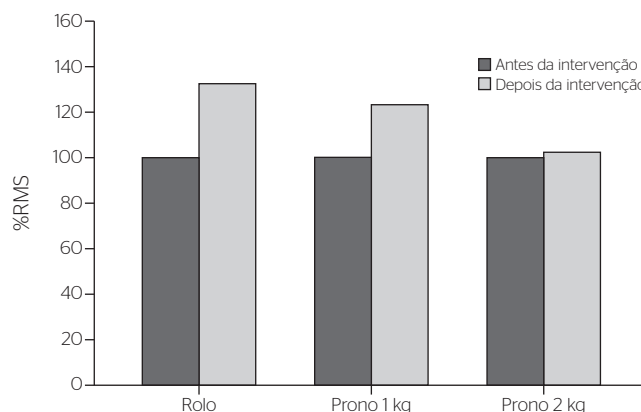
Em relação aos resultados obtidos com a estabilometria, na avaliação inicial, antes do protocolo de TCIM, a paciente apresentava um centro de gravidade com deslocamento posterior e lateral esquerdo, -0,53

e -1,14, respectivamente. Imediatamente após a realização da constrição do MS não parético, foram observados aumento no deslocamento posterior e redução do deslocamento lateral esquerdo, 1,27 e -0,04, respectivamente. Após 14 dias, no encerramento do protocolo, ainda com o membro em constrição, o desvio lateral estava agora à direita e o deslocamento, que antes era posterior, se modificou para a posição anterior, 0,05 e 2,19, respectivamente. Imediatamente após a retirada da constrição, o desvio lateral à direita diminuiu, se aproximando da posição média, e o deslocamento anterior aumentou, 0,18 e 0,58, respectivamente (Figuras 4 e 5).



RMS: *root mean square*

Figura 2. Figura representativa da atividade *root mean square* dos músculos flexores de punho nas atividades de segurar um rolo, um peso de 1 kg e um peso de 2 kg na posição supinada; os valores indicam a porcentagem de *root mean square* obtida no início e no final do protocolo de terapia de constrição com indução ao movimento



RMS: *root mean square*

Figura 3. Gráfico representativo da atividade *root mean square* dos músculos extensores de punho nas atividades de segurar um rolo, um peso de 1 kg e um peso de 2 kg na posição pronada; os valores indicam a porcentagem de *root mean square* obtida no início (coluna preta, antes da constrição) e no final (coluna branca, sem constrição) do protocolo de terapia de constrição com indução ao movimento

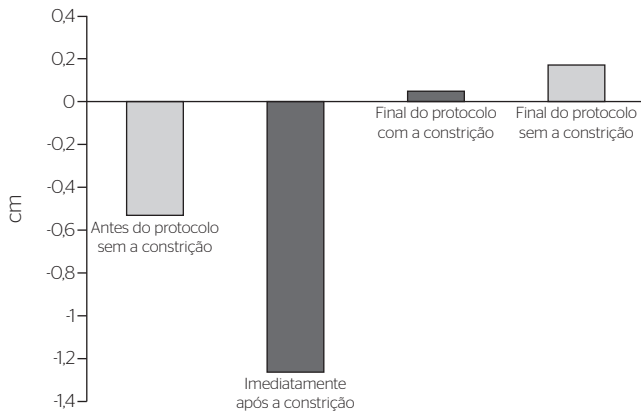


Figura 4. Gráfico representativo do deslocamento anteroposterior da paciente na plataforma de força; valores negativos indicam um deslocamento posterior, e positivos, um deslocamento anterior

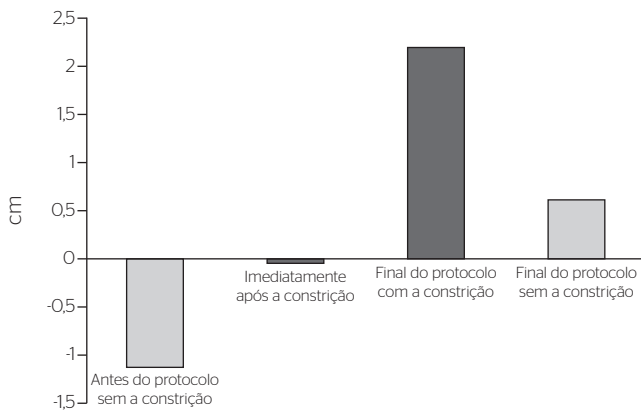


Figura 5. Gráfico representativo do deslocamento médio-lateral da paciente na plataforma de força; valores negativos indicam um deslocamento à esquerda, e positivos, um deslocamento à direita

## DISCUSSÃO

O presente estudo mostra que a TCIM pode modificar a atividade RMS no MS parético, bem como o equilíbrio, de uma paciente com hemiparesia esquerda decorrente de AVEi. Alguns autores mostraram que a contenção do membro não parético e a utilização forçada do membro parético, para realização das atividades de vida diária, atuam diretamente no reaprendizado motor<sup>2,4,8-10</sup>. Esse fato ocorre porque, após a lesão encefálica, a área cortical acometida apresenta uma diminuição da sua representação, produzindo erros na execução motora e proporcionando o surgimento do desuso aprendido<sup>2,4,8-10</sup>.

A TCIM, por intermédio do uso forçado e do protocolo de atividades funcionais, com movimentos repetitivos do membro parético, aumenta a representação da área cortical acometida, proporcionando melhor desempenho motor, otimizando o aprendizado e revertendo o desuso aprendido<sup>8,9,19</sup>. Os dados disponíveis na literatura mostram os benefícios da TCIM em pacientes de diversas faixas

etárias<sup>8,20</sup>, inclusive em crianças<sup>21</sup>. Esses resultados corroboram os obtidos neste trabalho, que utilizou um protocolo original e distinto dos utilizados nos estudos anteriormente citados. Entretanto, é importante que este protocolo seja testado em um grupo de pacientes, uma vez que, na atual proposta, os resultados se referem a apenas uma paciente.

A eletromiografia de superfície é uma ferramenta utilizada para avaliar a ativação muscular em pacientes pós-AVE<sup>22,23</sup>. Nesse sentido, trabalhos de reabilitação com pacientes pós-AVE consideraram o aumento da atividade RMS, nos músculos tibial anterior e eretor da espinha, como um padrão de evolução do desempenho muscular. Assim, nessa direção, uma maior ativação RMS pode representar um maior recrutamento muscular e evidenciar, então, um melhor controle motor<sup>24,25</sup>. Neste trabalho, a ativação RMS extensora aumentou, precedida de uma diminuição da ativação RMS do grupo muscular flexor, uma evidência diretamente relacionada aos padrões de inibição recíproca medular<sup>24,25</sup>.

Um estudo recente do nosso grupo mostrou que a TCIM, uma terapia específica para melhorar o desempenho motor no MS parético, também pode modificar o centro de equilíbrio em pacientes com hemiparesia crônica<sup>26</sup>. Por meio da plataforma de força, foram reveladas as modificações no centro de equilíbrio da paciente<sup>27,28</sup>. Possivelmente, a metodologia de constrição do membro superior não parético junto ao tronco, utilizando uma malha tubular em vez de luvas, deva ser o diferencial e o responsável por esses resultados<sup>29-32</sup>, uma vez que no estudo anterior também foi utilizada a mesma metodologia de constrição com a produção de resultados junto ao centro de gravidade dos pacientes<sup>26</sup>.

Pacientes hemiparéticos adultos normalmente desviam seu centro de equilíbrio para o membro inferior (MI) não parético<sup>28</sup>. A paciente do presente relato de caso não apresentava esse padrão, uma vez que uma discrepância de 1 cm no MI esquerdo a mantinha deslocada posteriormente e lateralmente para a esquerda. Mesmo assim, a constrição do MS não parético junto ao tronco foi capaz de modificar esse padrão, corrigindo o seu equilíbrio para uma posição anterior, o que do ponto de vista biomecânico pode facilitar a marcha<sup>33</sup>.

Para a paciente, o protocolo de TCIM utilizado neste estudo produziu aquisições motoras no MS parético logo após a primeira semana, colaborando com sua adesão ao tratamento, já que a TCIM pode ser uma terapêutica frustrante, por fazer o paciente se defrontar de maneira intensa com sua inabilidade motora<sup>9</sup>. É importante que novos trabalhos sejam realizados com grupos de pacientes. Ainda, períodos menores de constrição de movimento necessitam ser testados, visto que podem ser efetivos e proporcionar um tratamento mais bem tolerado por diversos tipos de pacientes com disfunções motoras com maior ou menor impacto nas atividades de vida diária.

## CONCLUSÃO

A EMG e a estabilometria foram ferramentas adequadas para avaliar a função motora da paciente antes do início do tratamento, revelando que o protocolo de TCIM utilizado no presente estudo foi eficiente para modificar a função motora de uma criança pós-AVE.

## REFERÊNCIAS

- Brown MM. Brain attack: a new approach to stroke. *Clin Med*. 2002;2(1):60-5.
- Freitas AG, Sutani J, Pires MA, Prada SHF. Modified protocol of the restriction therapy in hemiplegic patient. *Rev Neurocienc*. 2010;18(2):199-203.
- Chaves MLF. Acidente Vascular Encefálico: conceituação e fatores de risco. *Rev Bras Hipertens*. 2000;4:372-82.
- Brol AM, Bortoloto F, Magagnin NMS. A review about the effectiveness of the constraint induced movement therapy in rehabilitation of patients after stroke. *Fisioter Mov*. 2009;22(4):497-508.
- Polese JC, Tonial A, Jung FK, Mazuco R, Oliveira SG, Schuster RC. Evaluation of the stroke patient's functionality. *Rev Neurocienc*. 2008;16(3):175-8.
- Mekitarian FE, Carvalho WB. Stroke in children. *J Pediatr (Rio J)*. 2009;85(6):469-79.
- Trevisan CM, Trintinaglia V. Effects of associated therapies of motor imagery and constraint-induced movement in chronic hemiparesis: a case study. *Fisioter Pesq*. 2010;17(3):264-9.
- Meneghetti CHZ, Silva JA, Guedes CAV. Constraint-induced movement therapy in chronic stroke: case report. *Rev Neurocienc*. 2010;18(1):18-23.
- Vaz DV, Alvarenga RF, Mancini MC, Pinto TPS, Furtado SRC, Tirado MGA. Constraint-induced movement therapy in hemiplegia: a single-subject study. *Fisioter Pesq*. 2008;15(3):298-303.
- Mark VW, Taub E, Morris DM. Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Eura Medicophys*. 2006;42(3):269-84.
- Sung IY, Ryu JS, Pyun SB, Yoo SD, Song WH, Park MJ. Efficacy of forced-use therapy in hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(11):2195-8.
- Lin KC, Wang TN, Wu CY, Chen CL, Chang KC, Lin YC, *et al*. Effects of home-based constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention on functional outcomes and caregiver well-being in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2011;32(5):1483-91.
- Choudhary A, Gulati S, Kabra M, Singh UP, Sankhyan N, Pandey RM, *et al*. Efficacy of modified constraint induced movement therapy in improving upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Brain Dev*. 2013;35(9):870-6.
- Aarts PB, Jongerius PH, Geerdink YA, van Limbeek J, Geurts AC. Modified Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BIT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: How are improvements in arm-hand use established? *Res Dev Disabil*. 2011;32(1):271-9.
- Konrad P. The ABC of EMG: a practical introduction to kinesiological electromyography. Boston: Noraxon EMG & Sensor Systems; 2005.
- Merletti R, Parker PA. Electromyography: physiology, engineering, and non-invasive applications. New Jersey: Wiley-IEEE Press; 2004.
- Perotto A, Delagi EF, Iazzetti J, Morrison D. Anatomical Guide for the Electromyographer: the Limbs and trunk. Springfield: Charles C Thomas Publisher Ltd; 2005.
- Hermens JH, Hägg G, Freriks B. SENIAM 2 European Applications of Surface Electromyography [Internet]. Netherlands: Roessingh Research and Development. [Citado em 22 jun 2012]. Disponível em: <http://www.seniam.org>
- Barato G, Fernandes T, Pacheco M, Bastos VH, Machado S, Mello MP, *et al*. Cortical plasticity and neurological physical therapy techniques in neuroimage optic. *Rev Neurocienc*. 2009;17(4):342-8.
- Riberto M, Monroy HM, Kaihimi HN, Otsubo PPS, Battistella LR. Constraint-induced movement therapy as an approach to the improvement of upper limb in stroke patients. *Acta Fisiatr*. 2005;12(1):15-9.
- Pidcock FS, Garcia T, Trovato MK, Schultz S, Brady KD. Pediatric constraint-induced movement therapy: a promising intervention for childhood hemiparesis. *Top Stroke Rehabil*. 2009;16(5):339-45.
- Carvalho LC, Marinho LF, Ferreira JJA, Guedes DT. Surface electromyogram in the evaluation of muscle function of hemiparetic patients under physiotherapeutic treatment. *Sociedad Cubana de Bioingeniería*. 2001;950:57-5.
- Marcucci FC, Cardoso NS, Berteli K de S, Garanhani MR, Cardoso JR. Electromyographic alterations of trunk muscle of patients with post-stroke hemiparesis. *Arq Neuropsiquiatr*. 2007;65(3B):900-5.
- Crone C. Reciprocal inhibition in man. *Dan Med Bull*. 1993;40(5):571-81.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med*. 2006;36(11):929-39.
- Fuzaro AC, Guerreiro CT, Galetti FC, Jucá RB, Araujo JE. Modified constraint-induced movement therapy and modified forced-use therapy for stroke patients are both effective to promote balance and gait improvements. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16(2):157-65.
- Bankoff ADP, Bekedorf RG, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro. *Revista Conexões*. 2006;4(2):19-30.
- Shumway-Cook A, Anson D, Hailer S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69(6):395-400.
- Page SJ, Sisto S, Johnston MV, Levine P. Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2002;16(3):290-5.
- Boake C, Noser EA, Ro T, Baraniuk S, Gaber M, Johnson R, *et al*. Constraint-induced movement therapy during early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(1):14-24.
- Brogårdh C, Sjölund BH. Constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a pilot study on effects of small group training and of extended mitt use. *Clin Rehabil*. 2006;20(3):218-27.
- Lum PS, Taub E, Schwandt D, Postman M, Hardin P, Uswatte G. Automated Constraint-Induced Therapy Extension (AutoCITE) for movement deficits after stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41(3A):249-58.
- Eames MHA, Cosgrove A, Baker R. Comparing methods of estimating the total body centre of mass in three-dimensions in normal and pathological gaits. *Human Movement Science*. 1999;18(5):637-46.