

AVALIAÇÃO DE MARCHA EM CRIANÇA COM PARALISIA CEREBRAL UTILIZANDO O ELETROMIOGRAFO – ESTUDO DE CASO.

EVALUATION OF GAIT IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY USING ELECTROMYOGRAPH – CASE STUDY.

¹BERNARDINO, Barbara Pilão; ²SANTOS, Rafael Francisco de Oliveira.

¹Discente do Curso de Fisioterapia – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – Unifio/FEMM Ourinhos, SP, Brasil

²Docente do Curso de Fisioterapia – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – Unifio/FEMM Ourinhos, SP, Brasil

RESUMO

A eletromiografia (EMG) vem sendo utilizada por diversos profissionais que estudam a biomecânica e fisiologia do corpo humano, pois é capaz de monitorar a atividade elétrica dos músculos durante qualquer atividade motora. A marcha em crianças com paralisia cerebral pode ser atípica devido às distúrbios permanentes do movimento e postura causados pela PC. OBJETIVOS: Avaliar a biomecânica da marcha em criança com paralisia cerebral utilizando o eletromiógrafo. MÉTODOS: Estudo de caso de caráter qualitativo, realizado em uma criança com paralisia cerebral nível 4. Como instrumentos de avaliação foram utilizados a escala GMFCS para classificar em qual nível se enquadra a função motora da criança e a eletromiografia de superfície para avaliar o nível de ativação muscular durante a marcha. RESULTADOS: Observou-se clara assimetria na contração muscular comparada ao lado contralateral no momento da ativação de músculos como tibial anterior, gastrocnêmio e bíceps femoral no momento da marcha. CONCLUSÃO: O estudo confirma padrões típicos da marcha em crianças com paralisia cerebral, e o EMG de superfície se destaca como uma ferramenta valiosa para diagnóstico e monitoramento fisioterapêutico.

Palavras-chaves: eletromiografia; paralisia cerebral; marcha.

ABSTRACT

Electromyography (EMG) has been used by many professionals who study the biomechanics and physiology of the human body, as it is capable of monitoring the electrical activity of muscles during any motor activity. Gait in children with cerebral palsy may be atypical due to permanent movement and posture disorders caused by CP. OBJECTIVES: To evaluate the biomechanics of gait in a child with cerebral palsy using an electromyograph. METHODS: A qualitative case study was carried out on a child with level 4 cerebral palsy. The GMFCS scale was used as assessment tools to classify the level at which the child's motor function falls, and surface electromyography was used to assess the level of muscle activation during gait. RESULTS: A clear asymmetry in muscle contraction compared to the contralateral side was observed at the time of activation of muscles such as the tibialis anterior, gastrocnemius and biceps femoris during gait. CONCLUSION: The study confirms typical gait patterns in children with cerebral palsy, and surface EMG stands out as a valuable tool for diagnosis and physiotherapy monitoring.

Keywords: electromyography; cerebral palsy; march.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, a ciência tem evoluído significativamente, desenvolvendo novas técnicas e métodos para aumentar a precisão diagnóstica e

avaliativa. Após passar por rigorosos processos de validação, que garantem sua eficácia, validade e confiabilidade, ferramentas de alta qualidade, como o eletromiógrafo, são amplamente difundidas e adotadas por profissionais da saúde (Cipriano, 2012).

Segundo Silva (2016a), a eletromiografia (EMG) é uma técnica precisa para monitorar a atividade elétrica muscular durante qualquer atividade motora. Essa ferramenta é fundamental para a prática fisioterapêutica, pois permite avaliar objetivamente o nível de fadiga e ativação muscular. Ao fornecer dados quantitativos e precisos, a EMG elimina a subjetividade, oferecendo ao profissional uma visão clara e objetiva do estado de saúde do paciente.

A contração muscular é um processo complexo que envolve a interação entre o sistema nervoso e as células musculares. Resumidamente, os neurônios motores transmitem impulsos elétricos que atingem os túbulos T e o sarcolema, causando a despolarização e a subsequente contração muscular (Guyton *et al.*, 2006). Desta forma, o sinal eletromiográfico resulta da combinação de todos os sinais elétricos capturados pelos eletrodos na região muscular específica, refletindo a atividade elétrica das fibras musculares. Essa atividade é medida através dos potenciais de ação do sarcolema, que indicam a despolarização e repolarização das membranas musculares (Silva, 2016).

A encefalopatia crônica não progressiva, denominada paralisia cerebral (PC), é uma das principais causas de deficiência infantil. Essa condição decorre de uma lesão cerebral durante os períodos pré-natal, perinatal ou pós-natal, resultando em déficits neurológicos e alterações motoras significativas (Cooper *et al.*, 2022). Os distúrbios motores associados à PC frequentemente vêm acompanhados de outros comprometimentos, incluindo distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamento. Além disso, podem incluir epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários (Patel *et al.*, 2020).

A paralisia cerebral (PC) é classificada em quatro tipos principais: espástica, a mais comum, caracterizada por aumento do tônus muscular e rigidez; discinética, marcada por movimentos involuntários e descontrolados; atáxica, caracterizada por dificuldades no controle de movimentos e coordenação; e mista, que combina dois ou mais tipos. Existem diferentes níveis de comprometimento, incluindo monoplegia, quando apenas um membro é afetado; hemiplegia, quando um lado do corpo é comprometido; diplegia, que envolve maior comprometimento dos membros

inferiores e pode ser acompanhada de distonia e ataxia; e tetraplegia, quando os quatro membros são afetados (Paul *et al.*, 2022).

As desordens permanentes do movimento e postura causados pela paralisia cerebral (PC) dificultam a aquisição dos padrões normais do desenvolvimento humano, inclusive a marcha (Graham *et al.*, 2016). A aquisição da marcha em crianças com encefalopatia crônica não progressiva depende diretamente do tipo e gravidade do comprometimento motor. Apesar das condições multifatoriais que dificultam que a criança deambule, um dos maiores desafios é a manutenção do equilíbrio estático e dinâmico (Lopes *et al.*, 2019).

O deambular é uma atividade motora essencial para a criança, pois tem relação com sua independência funcional, contribuindo para o desenvolvimento biopsicossocial (Machado *et al.*, 2023). Para que seja possível desenvolver esta atividade, é necessário ter controle dos membros inferiores (MMII) sob ação do sistema nervoso central, permitindo a ativação de diversos músculos que sustentarão o corpo durante as fases da marcha (Miller *et al.*, 2018).

O objetivo do estudo é avaliar a função muscular dos membros inferiores (MMII) durante a marcha de uma criança com paralisia cerebral, identificando padrões de ativação muscular, tempo e intensidade através da eletromiografia de superfície, que contribuirão para o diagnóstico, planejamento de tratamento e acompanhamento do paciente.

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo de caso de caráter qualitativo. Para autorização da coleta de dados e início da intervenção, os responsáveis pela criança assinaram o *Termo de Assentimento Livre e Esclarecido*, onde declaram ciência sobre o tempo necessário do estudo e realização dos testes e exames.

Utilizamos a escala GMFCS (Gross Motor Function Classification System) para classificar em qual dos cinco níveis se enquadra a função motora da criança, que é definida de acordo com sua independência funcional.

Com o propósito de verificar o potencial de ativação muscular durante a marcha, realizamos uma avaliação eletromiográfica nos músculos: sartório, bíceps femoral, tibial anterior e gastrocnêmio, utilizando o eletromiógrafo da Freeemg1000,

BTS. Antes da aplicação dos eletrodos, foi realizada uma limpeza da pele com álcool 70°, visando remover substâncias que poderiam interferir na captação do sinal eletromiográfico. Os eletrodos foram posicionados em sartório, bíceps femorais bilateral, gastrocnêmio e tibial anterior bilateral.

Antes da coleta dos dados, o estudo foi submetido e avaliado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP) do centro Universitário da faculdade integrada de Ourinhos–SP (UNIFIO), conforme parecer nº 6.909981, CAAE: 79738524.3.0000.0332.

RESULTADOS

Com o estudo, através do exame de eletromiografia de superfície, foi possível analisar o índice de simetria global, qualidade do ciclo de marcha, ativação muscular e identificar os padrões de movimento alterados durante a deambulação da criança.

Foram avaliados de forma bilateral os músculos: sartório (figura 1 e 2), bíceps femoral (figura 1 e 2), tibial anterior (figura 8 e 10), gastrocnêmio (figura 8 e 10), além da cinemática pélvica (figura 7). Os resultados mostraram assimetria na contração muscular comparada ao lado contralateral no momento da ativação do músculo específico avaliado durante a marcha com o uso de andador reverso como suporte, apresentando déficit de amplitude de movimento na articulação de quadril e joelho nas fases da marcha.

Essas informações foram valiosas para entender melhor a função muscular durante a marcha e subsidiar a tomada de decisões fisioterapêuticas, visando otimizar a reabilitação e melhorar a qualidade de vida do paciente.

SINAL PROCESSADO (Envelope)

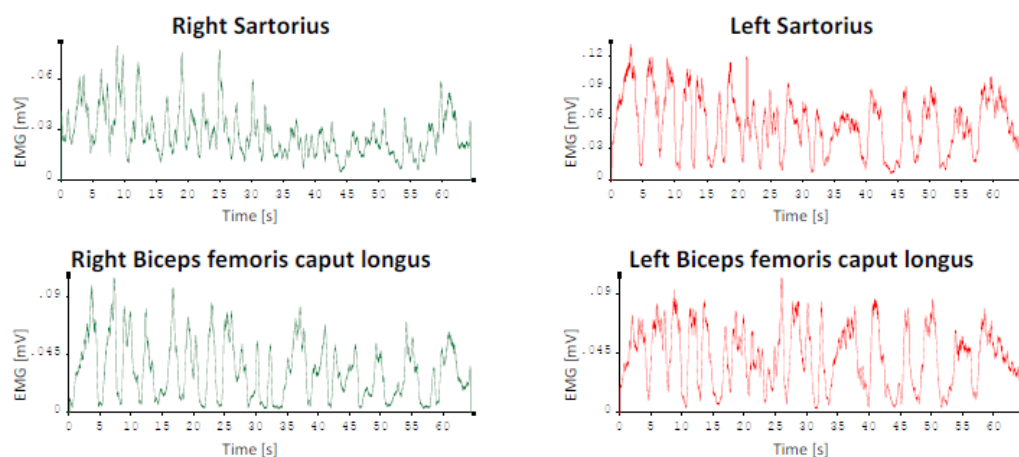


Figura 1 - Resultados avaliação m. sartório e m. bíceps femoral D/E – sinal processado (envelope)

SINAL BRUTO (Filtrado)

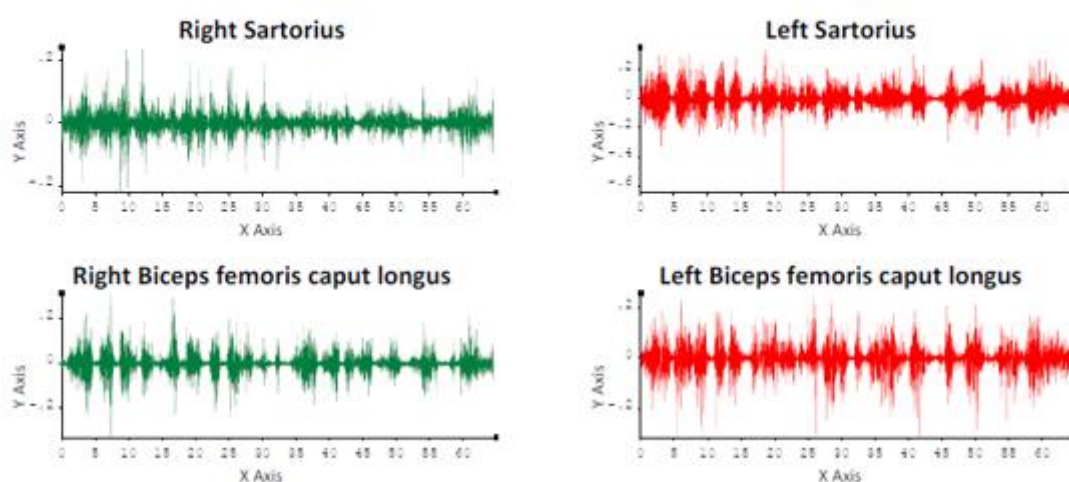


Figura 2 - Avaliação m. sartório e m. bíceps femoral D/E – sinal bruto (filtrado)

GLOBAL SYMMETRY INDEX

		Normal Values
GSI (%) =	96.5	$75 < GSI < 100$

Figura 3 - Resultado índice de simetria global

SYMMETRY INDEX

		Normal Values
SI (%) =	2.2	$SI < 3.6$

Figura 4 - Resultado índice simetria

GAIT CYCLE QUALITY INDEX

Right Side (%):	96.9	Normal Values
Left Side (%):	95.7	$90 - 100$

Figura 5 - Resultado índice de qualidade do ciclo de marcha D/E

TEMPORAL PARAMETERS

	RIGHT	LEFT	Normal values
Stance Phase (% Gait Cycle) :	61.5 ± .7	59.3 ± 2.4	59 ± 2
Swing Phase (% Gait Cycle) :	38.5 ± .7	40.7 ± 2.4	40 ± 3.6
Single Support Phase (% Gait Cycle) :	40.7 ± 3.1	38.5 ± 1.5	38.9 ± 2.6
1st Double Support Phase (% Gait Cycle) :	9.2 ± 2.7	11.7 ± .2	10.3 ± 3.1
Stride Time (s) :	1.2 ± .02	1.19 ± .02	1.1 ± .09
Stance Time (s) :	0.74 ± .01	0.71 ± .02	0.65 ± .07
Swing Time (s) :	0.46 ± .02	0.49 ± .03	0.44 ± .05
Cadence (steps/min) :	100.4 ± 1.4		114 ± 4.2

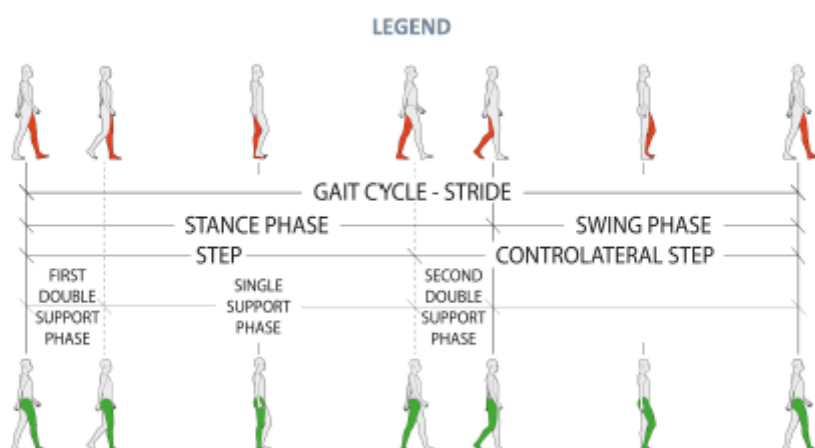


Figura 6 - Resultado parâmetros temporais

PELVIC KINEMATICS

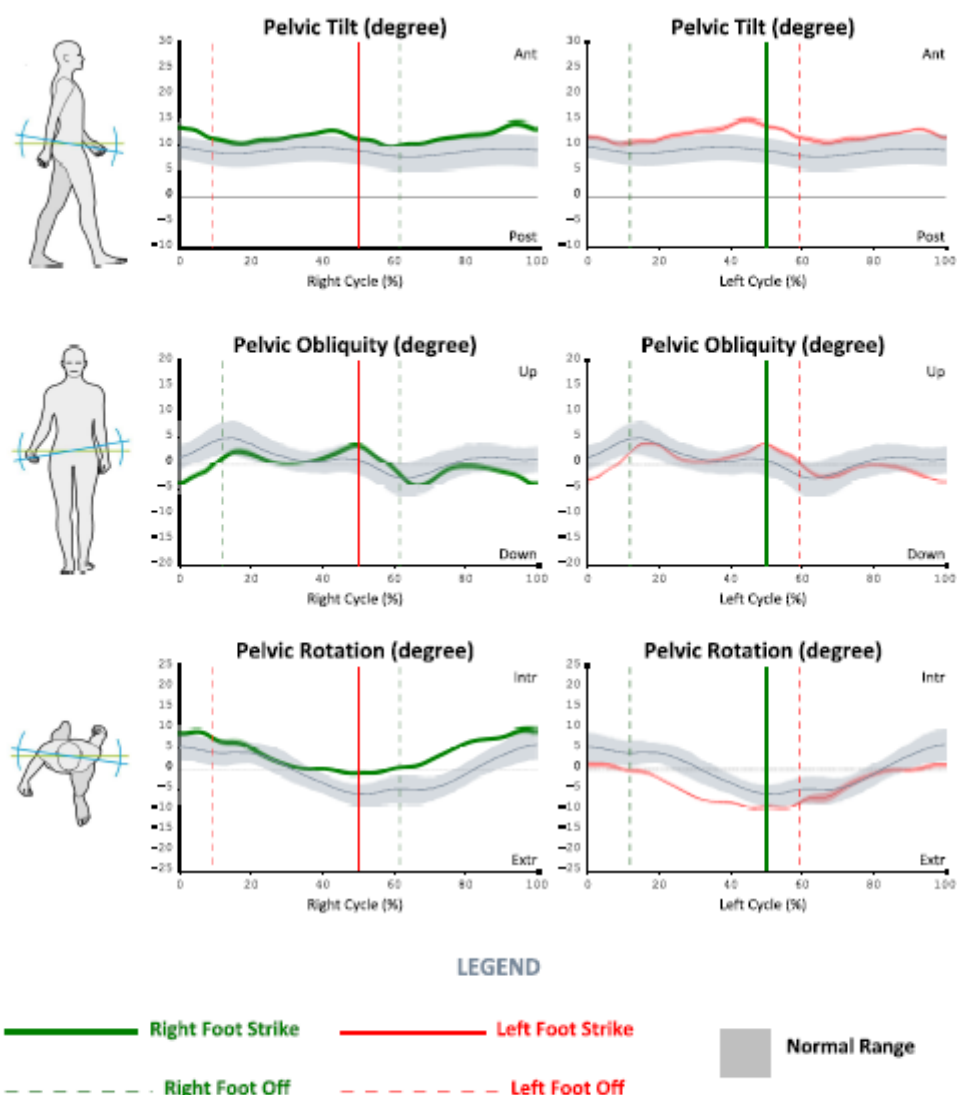


Figura 7 - Resultado cinemática pélvica

MUSCLE ACTIVATION TIMING

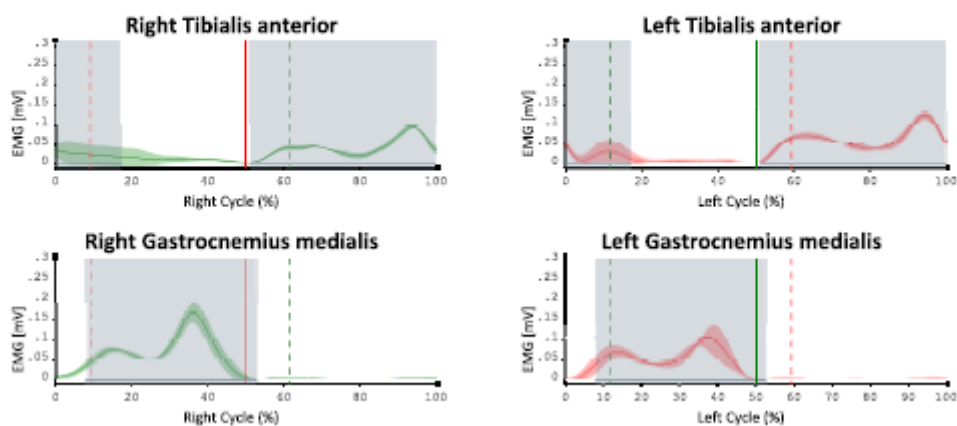


Figura 8 - Resultado tempo de ativação muscular m. tibial anterior e m. gastrocnêmio D/E

MUSCLE COACTIVATION INDEX

	RIGHT	LEFT	Normal values
Stance Phase (%) :	31.5	33	< 30
Swing Phase (%) :	0	2.5	< 55

LEGEND



Figura 9 - Resultado índice de coativação muscular D/E

MUSCLE ACTIVATION (Filtered Raw Signal)

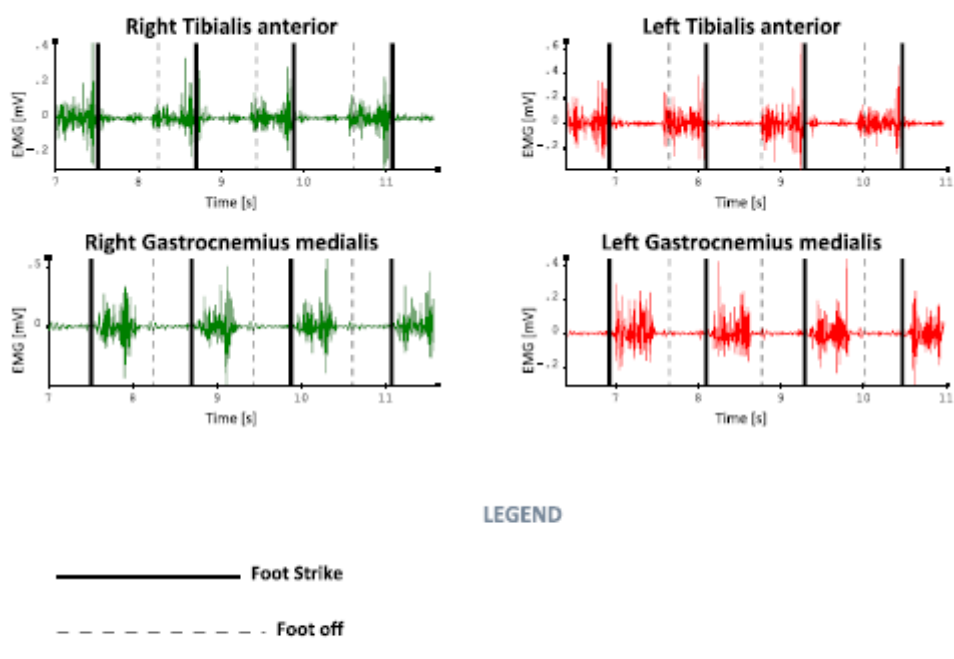


Figura 10 - Resultado ativação muscular (sinal bruto filtrado) m. tibial anterior e m. gastrocnêmio D/E

DISCUSSÃO

Durante a marcha, observou-se clara assimetria na ativação muscular entre os lados, especialmente em músculos como tibial anterior, gastrocnêmio e bíceps femoral. Essa assimetria segue o padrão descrito por estudos com crianças hemiplégicas,

nos quais o lado afetado apresenta atividade reduzida ou atípica do tibial anterior no momento do contato com o solo, com ativação compensatória dos músculos proximais, como os isquiotibiais (DI NARDO et al., 2019).

Foi observada coativação entre músculos antagonistas e botura de duração aumentada, especialmente no gastrocnêmio e tibial anterior, semelhante ao descrito por Cappellini et al. (2016) e Damiano et al. (2000), que mencionam padrões "wider EMG patterns" e coativação como características típicas da marcha em crianças com PC (LI et al., 2024).

O uso da EMG de superfície para calcular um índice como o "gait metric" permite quantificar o desvio em relação ao padrão esperado em crianças saudáveis. Essa abordagem poderia ser incorporada aos resultados para monitorar evolução e guiar intervenções (BOJANIC et al., 2011).

A coativação e ativação das fibras proximais sugerem a necessidade de intervenções destinadas a melhorar o controle seletivo muscular. Segundo Cappellini et al. 2020, protocolos com biofeedback EMG têm mostrado redução da espasticidade e aumento da velocidade de marcha, especialmente com foco no gastrocnêmio e tibial anterior.

A EMG de superfície, por oferecer dados objetivos, quantitativos e repetíveis, reforça sua importância na análise funcional da marcha e no planejamento de tratamento. A adoção de protocolos padronizados, como os propostos por consenso Delphi, pode auxiliar na interpretabilidade e comparabilidade dos resultados entre diferentes laboratórios (REISIG et al., 2025).

CONCLUSÃO

O estudo confirma padrões típicos da marcha em crianças com paralisia cerebral, como ativação assimétrica, prolongada e coativação entre músculos antagonistas. A EMG de superfície se destacou como uma ferramenta valiosa para diagnóstico e monitoramento fisioterapêutico.

Os dados justificam intervenções direcionadas, incluindo exercícios de fortalecimento, controle motor e biofeedback.

Para fortalecer a validade externa, é necessário ampliar o número de participantes, implementar protocolos padronizados e comparar os resultados com medidas clínicas funcionais (ex.: velocidade de marcha e GMFCS).

REFERÊNCIAS

- BOJANIC, D. M. *et al.* Quantification of dynamic EMG patterns during gait in children with cerebral palsy. **Journal of Neuroscience Methods**, [S.l.], v. 198, n. 2, p. 325–331, 15 jun. 2011.
- CAPPELLINI, G. *et al.* Clinical relevance of state-of-the-art analysis of surface electromyography in cerebral palsy. **Frontiers in Neurology**, [S.l.], v. 11, p. 583296, 11 dez. 2020.
- CIPRIANO, Joseph J. **Manual fotográfico de testes ortopédicos e neurológicos**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- COOPER, M. S. *et al.* Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 400, n. 10357, p. 486–500, 2022.
- DAVIDS, J. R.; BAGLEY, A. M. Identification of common gait disruption patterns in children with cerebral palsy. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 22, n. 12, p. 782–790, 2014.
- DI NARDO, F. *et al.* EMG-based characterization of walking asymmetry in children with mild hemiplegic cerebral palsy. **Biosensors (Basel)**, Basel, v. 9, n. 3, p. 82, 27 jun. 2019.
- GRAHAM, H. K. *et al.* Cerebral palsy. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 2, p. 15082, 2016.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- LI, L. *et al.* Gait and sEMG characteristics of lower limbs in children with unilateral spastic cerebral palsy during walking. **Gait & Posture**, [S.l.], v. 108, p. 177–182, fev. 2024.
- LOPES, J. *et al.* Efetividade da equoterapia na marcha de crianças com paralisia cerebral: revisão sistemática de ensaios clínicos. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 55, n. 1, p. 25-34, 2019.
- MACHADO, F. Z.; ALMEIDA, C. S.; GERZSON, L. R. Análise da pisada e da marcha com o uso da órtese TheraTogs em criança com paralisia cerebral atetóide: um relato de caso. **Acta Fisiátrica**, v. 30, n. 1, p. 41-46, mar. 2023.

MILLER, F. Motor control and muscle tone problems in cerebral palsy. In: MILLER, F.; BACHRACH, S.; LENNON, N.; O'NEIL, M. (ed.). **Cerebral palsy**. Cham: Springer, 2018.

PATEL, D. R. *et al.* Cerebral palsy in children: a clinical overview. **Translational Pediatrics**, v. 9, n. S1, p. S125–S135, fev. 2020.

PAUL, S. *et al.* A review on recent advances of cerebral palsy. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2022, jul. 2022.

REISIG, R. *et al.* Status of surface electromyography assessment as part of clinical gait analysis in the management of patients with cerebral palsy – Outcomes of a Delphi process. **Gait & Posture**, [S.l.], v. 117, p. 72–77, mar. 2025.

SILVA, R. A. Eletromiografia na prática clínica do fisioterapeuta. In: OLIVEIRA, R. R.; MACEDO, C. S. G. (Org.). **Sociedade Nacional de Fisioterapia Esportiva. PROFISIO: Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumatologia Ortopédica: ciclo 5**. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2016. p. 139-168. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v. 4).