

ARTIGO ORIGINAL

O uso da eletromiografia de superfície como medida de desfecho da fisioterapia em crianças com Paralisia Cerebral: uma revisão sistemática

The use of surface electromyography as a measure of physiotherapy outcomes in children with Cerebral Palsy: a systematic review

Bruna Garcia Schmidt¹, Laís Rodrigues Gerzson², Carla Skilhan de Almeida³



¹Fisioterapeuta, Kinder - Centro de Integração da Criança Especial; AACD – Associação de Assistência à Criança Deficiente, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

³Departamento de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Autor correspondente
carlaskilhan@gmail.com

Manuscrito recebido: Setembro 2019
Manuscrito aceito: Janeiro 2020
Versão online: Maio 2020

Resumo

Introdução: A Paralisia Cerebral é a deficiência física mais comum na infância. A fisioterapia desempenha um papel central na gestão do tratamento das sequelas da Paralisia Cerebral. Contudo, é sempre um desafio conseguir quantificar os resultados obtidos nas intervenções fisioterapêuticas. Dessa forma, a eletromiografia de superfície vem sendo cada vez mais empregada por fisioterapeutas por ser um método quantitativo de avaliação e tratamento das disfunções do sistema neuromuscular.

Objetivo: Analisar o uso da eletromiografia de superfície como medida de desfecho da fisioterapia em crianças com paralisia cerebral.

Método: A partir da busca em duas importantes bases de dados, foram selecionados ensaios clínicos de intervenções fisioterapêuticas que utilizaram a eletromiografia de superfície como fator de desfecho da fisioterapia em crianças com paralisia cerebral, publicados em português, inglês, francês ou espanhol até agosto de 2019.

Resultados: Foram encontrados 166 artigos nas bases consultadas. Desses, somente 15 foram incluídos e classificados com qualidade metodológica boa pelo PEDro e por terem relação com a eletromiografia de superfície. Um fluxograma com padronização das ações foi construído levando em consideração os achados mais prevalentes nos estudos.

Conclusão: A eletromiografia de superfície vem sendo aplicada pelos fisioterapeutas para avaliar os efeitos da intervenção, mas precisa melhorar seu nível de evidência.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral, fisioterapia, eletromiografia.

Suggested citation: Schmidt BG, Gerzson LR, Almeida CK. The use of surface electromyography as a measure of physiotherapy outcomes in children with Cerebral Palsy: a systematic review.. *J Hum Growth Dev.* 2020; 30(2):216-226. DOI: <https://doi.org/10.7322/jhgd.v30.10368>

Síntese dos autores

Por que este estudo foi feito?

Entende-se que a abordagem de vários métodos, técnicas e conceitos dentro da área da fisioterapia deve ser baseados em evidências científicas, favorecendo assim, a prática clínica.

A eletromiografia é uma ferramenta bastante relevante para estes achados nas disfunções do sistema neuromuscular. E cada vez mais os fisioterapeutas anseiam por respostas que possam auxiliar no tratamento de seus pacientes, neste caso, estudamos a paralisia cerebral (PC).

Através do sinal eletromiográfico é possível estudar a resposta aos exercícios terapêuticos comumente utilizados na reabilitação no que se refere ao início e término da atividade, tipo de contração muscular e a posição articular.

O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Dos 155 artigos encontrados, apenas 15 foram incluídos em uma revisão sistemática, os quais demonstraram a importância do uso da EMG's na prática fisioterapêutica como desfecho, com teor metodológico rigoroso.

Analisando os 15 artigos somente um artigo recebeu pontuação nove de acordo com a Escala PEDro, a maioria ficou com pontuação quatro ou cinco na escala.

Quatro analisaram a ativação muscular em exercícios isométricos, seis utilizaram exercícios isotônicos e somente um artigo utilizou exercícios isocinéticos. Dois artigos avaliaram a EMGs durante exercícios isotônicos e em repouso. Um artigo avaliou exercícios isotônicos e também durante exercícios de equilíbrio e um artigo avaliou a EMGs durante manipulações realizadas pelo avaliador.

O que essas descobertas significam?

Esses achados significam que a EMGs tem sido muito utilizada por fisioterapeutas para demonstrar a resposta muscular aos estímulos neurais de uma forma não invasiva.

Através da EMGs é possível observar o grau, duração, tipo de contração muscular, alteração da composição das unidades motoras resultante de programas de treinamento muscular, estratégias neurais de recrutamento, além de possibilitar inferências relativas à fadiga muscular.

Significa também que o sinal eletromiográfico se torna uma ferramenta útil para analisar o desfecho de tratamentos fisioterapêuticos, porque proporciona um fácil acesso aos processos fisiológicos que fazem com que o músculo gere força, produza movimentos e realize inúmeras funções que nos permitam fazer inferências relevantes quanto à biomecânica dos movimentos humanos.

As novidades desses achados marcam que a EMG's pode ser usado como indicador de início da ativação muscular (como encontrado na maioria dos estudos), sua relação com a força produzida e seu uso como índice de processos de fadiga. Com o aumento da força muscular, a amplitude do sinal aumenta de forma correspondente, e nas tarefas de destreza, sugere melhor controle postural.

INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC), também conhecida como encefalopatia crônica não progressiva da infância, refere-se a um grupo heterogêneo de distúrbios do movimento e da postura, permanentes, mas não progressivos, causada por lesão do cérebro fetal ou infantil em desenvolvimento¹. É a deficiência motora mais comum na infância. O Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos estima que, em média, um em cada 323 crianças no país têm PC². Já, na Europa, estima-se que 2 a 3 casos por 1000 nascidos vivos apresentam a encefalopatia³. Em países subdesenvolvidos o índice alcança 7 por 1.000 nascidos vivos. E no Brasil, a incidência da desordem é de 30.000 a 40.000 novos casos por ano⁴.

A criança com PC pode apresentar déficits sensitivo, cognitivo, de comunicação e comportamento¹. Embora não seja um distúrbio progressivo, mudanças musculoesqueléticas ocorrem ao longo do tempo, como: a espasticidade, a perda de amplitude de movimento, as contraturas, as deformidades e a dificuldade de mobilidade, causando limitações nas atividades de vida diária da criança e, até mesmo, dependência funcional completa de cuidadores e familiares⁵. Devido às suas graves consequências em longo prazo, intervenções eficazes podem ajudar a melhorar a função motora, a qualidade de vida e a independência dessas crianças¹. Nesse sentido, a fisioterapia desempenha um papel central na gestão do tratamento das sequelas da PC, ao se concentrar na funcionalidade, movimento e uso ótimo do potencial da criança. A fisioterapia utiliza abordagens físicas para promover, manter e restaurar o bem-estar físico, que, por sua vez, também será capaz de gerar bem-estar psicológico e social⁶.

Revisões anteriores abordaram a efetividade das intervenções de fisioterapia para crianças com PC, focando no tratamento por intermédio do conceito neuroevolutivo Bobath⁷, treinamento de força⁸, treinamento de marcha⁹, terapia do

espelho¹⁰, vibração de corpo inteiro¹¹, equoterapia¹², dentre outras, demonstrando dados positivos sobre essas terapias.

Contudo, é sempre um desafio conseguir quantificar os resultados obtidos nas intervenções fisioterapêuticas. Isso se justifica pela grande quantidade de estudos em fisioterapia neurofuncional com pobreza metodológica. É necessário que fisioterapeutas assumam a responsabilidade de utilizar práticas baseadas em evidências e métodos objetivos de intervenção e mensuração da evolução de seus pacientes neurológicos¹³.

Dessa forma, a eletromiografia de superfície (EMGs) vem sendo cada vez mais empregada por fisioterapeutas por ser um método quantitativo de avaliação e tratamento das disfunções do sistema neuromuscular. São muitos os dilemas clínicos vividos por fisioterapeutas que anseiam por respostas que possam auxiliar o tratamento de seus pacientes com PC, unindo a prática à evidência clínica. Através do sinal eletromiográfico é possível estudar a resposta aos exercícios terapêuticos comumente utilizados na reabilitação no que se refere ao início e término da atividade, tipo de contração muscular e a posição articular. A EMGs é uma técnica que permite analisar a função muscular em determinadas tarefas e, também, avaliar a eficácia de técnicas de recuperação funcional das mais variadas patologias, além de ser usada com a função de auxiliar o treinamento de músculos específicos (biofeedback). Dessa maneira, a EMGs permite inúmeras aplicações, tanto na área clínica como na pesquisa¹⁴.

Sendo assim, a procura e a análise de estudos que demonstrem a importância do uso da EMG's na prática fisioterapêutica, com teor metodológico rigoroso e que, de fato, melhorem a forma de mensurar os resultados da fisioterapia, seria de fundamental importância. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o uso da EMGs como medida de desfecho da fisioterapia em crianças com PC.

MÉTODO

Esta revisão foi realizada de acordo com as diretrizes para realização de revisões sistemáticas Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A amostra foi composta por ensaios clínicos de intervenções fisioterapêuticas que utilizaram a EMGs como fator de desfecho da fisioterapia em crianças com PC.

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos ensaios clínicos desde 2000 até 2019 com crianças com PC em idade entre dois a 18 anos. Nos ensaios a EMGs foi utilizada como forma de avaliação de algum tratamento fisioterapêutico. Ensaios que proporcionaram outros adjuvantes à fisioterapia, tais como: rizotomia dorsal seletiva, terapia com injeção de toxina botulínica ou baclofeno, além de intervenções cirúrgicas ou farmacêuticas foram excluídos.

Estratégia de busca

A pesquisa foi realizada no período de maio de 2017 a agosto de 2019 nas bases de dados Pubmed sem restrição de idioma, utilizando a seguinte estratégia de busca avançada: cerebral palsy AND physical therapy modality AND electromyography. Não foi possível acessar o banco de dados Embase.

Seleção dos estudos e extração dos dados

Após a busca, dois avaliadores independentes realizaram

a seleção dos artigos através da leitura de títulos e resumos. Todos os artigos que foram previamente selecionados foram lidos na íntegra pelos dois avaliadores para verificar se contemplavam os critérios de elegibilidade da revisão. Quando houve discordância entre os avaliadores, as mesmas foram resolvidas por consenso.

A extração de dados foi por meio de um formulário padronizado também por dois revisores de forma independente. Foram extraídas informações sobre amostra, avaliações, tempo e tipo de intervenção que favorecesse o desenvolvimento motor. Em caso de dúvida, os autores dos artigos originais foram contatados.

Avaliação do risco de viés e análise dos dados

A avaliação do risco de viés foi realizada pelos dois avaliadores de forma independente utilizando a Escala PEDro¹⁵. A escala avalia a validade interna (aleatorização dos grupos, ocultação da distribuição por grupos, comparabilidade inicial dos grupos, cegamento de grupos, terapeutas e paciente, análise por “intenção de tratamento” e adequabilidade do período de follow-up) e a interpretabilidade dos dados (existência de comparações estatísticas entre grupos, estimativas e medidas de variabilidade), através de 10 critérios¹⁵. Quando houve discordância entre os avaliadores, as mesmas foram resolvidas por consenso.

RESULTADOS

Dos 166 artigos encontrados nas duas bases de dados somente 15 artigos preencheram os critérios de inclusão e foram selecionados. Todo o processo de seleção dos artigos é demonstrado na Figura 1.

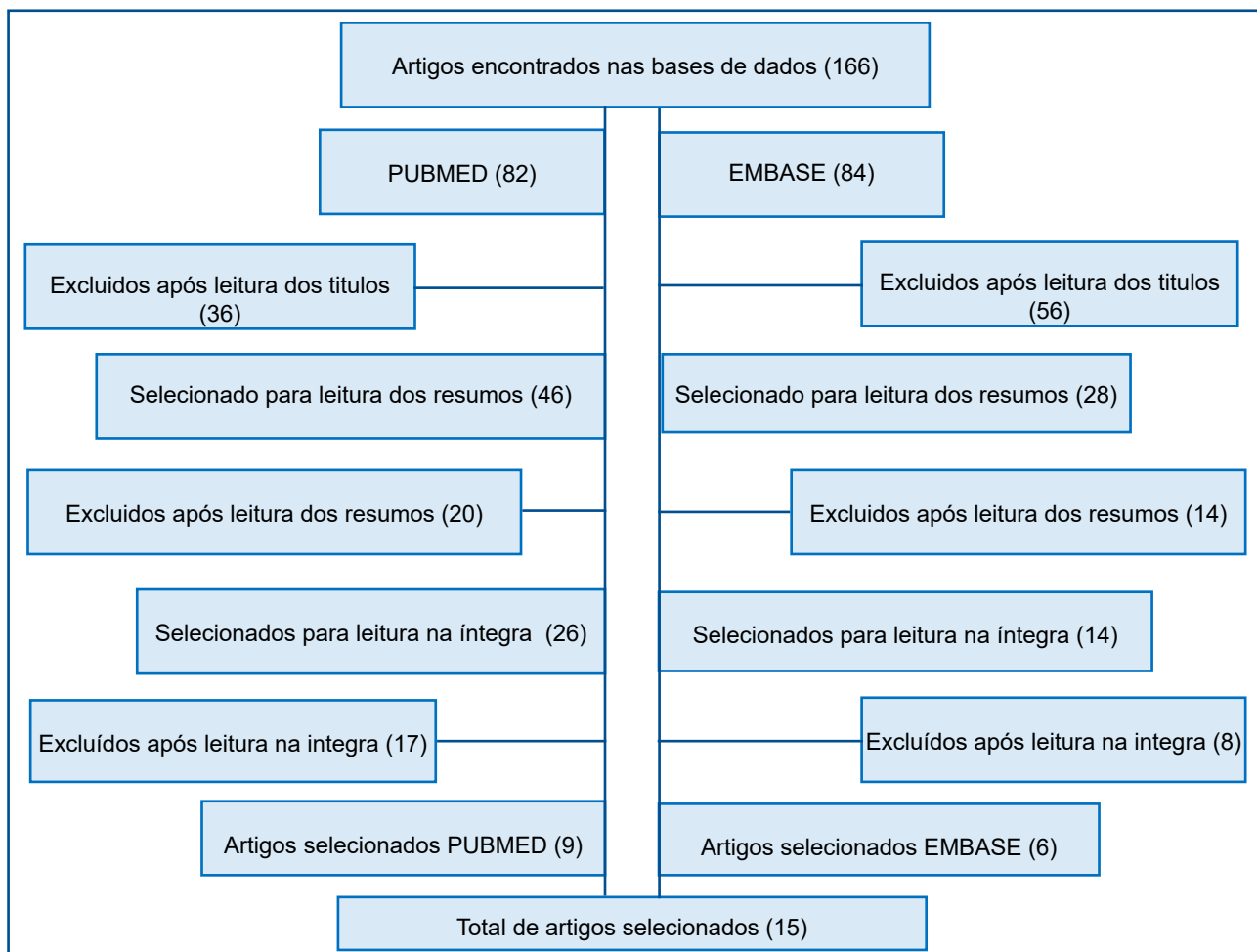


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos artigos pesquisados.

Cada um dos 15 artigos selecionados foi avaliado quanto a sua qualidade metodológica segundo a Escala PEDro¹⁴. Somente o artigo de McGibbon *et al.*¹⁶ recebeu

pontuação nove, a maioria dos artigos ficou com pontuação¹⁷⁻³⁰ quatro ou cinco na escala como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1: Apresentação da pontuação da escala PEDro para cada artigo.

n°	Artigos	PEDro
1	The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. ¹⁷	4
2	Improvements in Muscle Symmetry in Children with Cerebral Palsy after Equine-Assisted Therapy. ¹⁸	6
3	Changes in soleus H-reflex modulation after treadmill training in children with cerebral palsy. ¹⁹	5
4	Effects of constraint-induced movement therapy on hand skills and muscle recruitment of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. ²⁰	3
5	Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy. ¹⁶	9
6	Effects of weight resistance on the temporal parameters and electromyography of sit-to-stand movements in children with and without cerebral palsy. ²¹	5
7	Effects of weight resistance on the temporal parameters and electromyography of sit-to-stand movements in children with and without cerebral palsy. ²²	3
8	Electromyographic analysis of quadriceps muscle among children with cerebral palsy underwater and on dry ground. ²³	4
9	Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. ²⁴	4
10	Surface EMG analysis and changes in gait following electrical stimulation of quadriceps femoris and tibialis anterior in children with spastic cerebral palsy. ²⁵	5
11	Humeral external rotation handling by using the Bobath concept approach affects trunk extensor muscles electromyography in children with cerebral palsy. ²⁶	5
12	Facilitation handlings induce increase in electromyographic activity of muscles involved in head control of cerebral palsy children. ²⁷	6
13	Muscle Recruitment and Coordination following Constraint-Induced Movement Therapy with Electrical Stimulation on Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. ²⁸	6
14	Evaluation of Functional Mobility Outcomes Following Electrical Stimulation in Children with Spastic Cerebral Palsy. ²⁹	4
15	Analysis of the electromyographic activity of lower limb and motor function in hippotherapy practitioners with cerebral palsy. ³⁰	5

Os artigos selecionados pesquisaram 325 crianças com PC. Destes artigos, três, utilizaram grupo controle com crianças com desenvolvimento típico sem nenhuma alteração neurológica, somando um total de 58 crianças saudáveis, enquanto um artigo compôs seu grupo controle por oito crianças com déficit cognitivo leve e desenvolvimento motor de acordo com sua idade. As idades das crianças variaram de dois a 18 anos. Quanto ao tônus, todas as crianças com PC apresentaram tônus espástico. Sobre a topografia da PC, sete estudos avaliaram diplégicos, três avaliaram hemiplégicos, um avaliou quadriplégicos, dois estudos avaliaram hemiplégicas e diplégicas e somente um estudo avaliou crianças quadriplégica, hemiplégica e diplégicas. Já, em relação ao nível motor, segundo o Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS)³⁰, oito artigos analisaram crianças com GMFCS I a III, em um artigo o GMFCS variou entre I a IV enquanto em outro artigo a variação foi entre I a V. Dois artigos utilizaram o

Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS)³¹ para classificar as crianças, pois analisaram a EMGs de músculos dos membros superiores. A classificação variou de I a III em um artigo e de I a II em outro. E dois artigos não utilizaram nenhuma das classificações para caracterizar sua amostra. A Tabela 2 apresenta os artigos que fizeram parte dessa pesquisa.

Os 15 artigos encontrados trazem várias técnicas fisioterapêuticas utilizadas na reabilitação de crianças com PC que foram avaliadas pela EMGs como demonstrado na Tabela 3.

A aquisição do sinal eletromiográfico detectada por meio de eletrodos colocados na superfície da pele sobreposta ao músculo pode ser feita em vários tipos de posturas, movimentos e exercícios, sejam eles isométricos, isotônicos ou isocinéticos³¹.

Dos 15 artigos selecionados, quatro analisaram a ativação muscular em exercícios isométricos, seis utilizaram exercícios isotônicos e somente um artigo

Tabela 2: Características dos estudos analisados.

Nº	Autores/Ano	Amostra	Intervenção	Desfecho	Resultados
1	Fowler et al. ¹⁷	GI: 24* GC:12**	Os dois grupos realizaram exercícios isométricos, isotônicos e isocinéticos para fortalecimento do quadríceps femoral com esforços máximos.	Atividade muscular durante teste do pêndulo nos músculos VL, isquiotibial medial, gastrocnêmio medial e tibial anterior.	Não houve ↑ da espasticidade (p>0,05).
2	Benda et al. ¹⁸	15	GI: Uma sessão de equoterapia. GC: Sentar num barril.	Atividade muscular do tronco e dos MMII durante tarefas na posição sentada, em pé e durante a marcha.	Melhora na simetria dos adutores no GI. (p=0,051).
3	Hodapp et al. ¹⁹	7	GI: Treinamento em esteira por 10 min em 10 dias.	Ativação muscular do sóleo durante a marcha.	Não encontraram diferenças significativas durante a marcha (p=0,50).
4	Stearns et al. ²⁰	6	GI: TCI por 2 semanas.	Recrutamento e ativação muscular do peitoral maior, cabeça longa do tríceps, trapézio superior, deltóide anterior e médio, cabeça longa do bíceps, flexor ulnar e extensor radial do carpo.	↑ ativação na aderência e ↓ ativação em tarefas de destreza, sugerindo melhor controle muscular.
5	McGibbon et al. ¹⁶	GI:13* GC: 8**	GI: TCI por 2 semanas.GI: Equoterapia em 12 sessões. GC: Sentar num barril.	Simetria dos adutores durante a caminhada após treino.	Melhora na simetria dos adutores no GI (p<0,001).
6	Reid et al. ²¹	14	GI: Realizaram fortalecimento de MMSS utilizando aparelho de treinamento excêntrico. Mais dois grupos pareados de crianças típicas que treinaram e não treinaram. GC: Não treinaram.	Atividade muscular do bíceps braquial e braquiorradial durante avaliações isocinéticas após treino.	↓ da co-contração em crianças com PC (p=0,01).
7	Liao et al. ²²	GI:15* GC:15**	Os dois grupos realizaram tarefa de sentar e levantar usando colete com 3 tipos de cargas(1RM, 6 RM e10 RM).	Recrutamento de agonistas e tempo de reação no VL, isquiotibial e glúteo máximo.	GI apresentou ↑ co- contração no VL que o GC.
8	Trócoli et al. ²³	GI:9* GC:11**	Os dois grupos tiveram que levantar-se de uma posição sentada e caminhar 3 metros no solo e em meio aquático.	Atividade muscular do RF.	Durante as atividades subaquáticas ↑ ativação do RF no GI (p=0,0039).
9	Bigongiari et al. ²⁴	GI:12* GC:12**	Os dois grupos tiveram que agarrar uma bola a partir da posição sentada.	Atividade elétrica dos músculos do ombro e tronco.	GI apresentou ↑ co- contração no tronco que o GC.
10	Arya et al. ²⁵	10	GI: Fisioterapia, TO e eletroestimulação por 4 semanas.GC: Fisioterapia e TO.	Ativação muscular do quadríceps femoral e tibial anterior após os protocolos.	Não obteve respostas conclusivas.
11	Santos et al. ²⁶	40	GI: Facilitação em ponto chave cotovelo (Bobath) em RI e RE na posição sentada.	Atividade muscular dos extensores de tronco.	↑ atividade em C4 (p=0,007) e T10 (p<0,001) na manipulação em RE.
12	Simon et al. ²⁷	31	GI: Facilitação em ponto chave quadril (Bobath) em 3 posições (DL, DV e DVC).	Atividade muscular do paraespinal e esternocleidomastóideo	↑ atividade muscular no manuseio em DL nos níveis C4 (p<0,001), T10 (p<0,001) e esternocleidomastóideo (p=0,02).
13	Xu et al. ²⁸	68	G1: TCI, eletroestimulação. G2: TCI. G 3: TO por 6 meses.	Recrutamento e coordenação muscular dos flexores extensores de punho ao realizar contração máxima isométrica.	Grupo 1 mostrou ↑ taxa de melhora na EMGs aos 3 e 6 meses (p<0,05).
14	Mukhopadhyay et al. ²⁹	26	GI: Eletroestimulação e fisioterapia por 12 semanas GC: Fisioterapia.	Força e ativação muscular do tibial anterior em repouso e no movimento de dorsiflexão do tornozelo.	↑ força muscular no GI (p<0,001).
15	Ribeiro et al. ³⁰	GI:7* GC:8***	Os dois grupos realizaram 25 sessões de equoterapia.	Ativação muscular do RF, VM, VL e TA durante a cavalgada e antes e após com o cavalo parado.	↑ atividade muscular em TA nos dois grupos porém sem diferença significativa(p= 0,031).

GI: grupo interventivo; GC: grupo controle; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; ↑: maior; MMII: membros inferiores, TCI: terapia por contenção induzida; MMSS: membros superiores; RM: repetição máxima; TA: tibial anterior; RF: reto femoral; TO: terapia ocupacional; RI: rotação interna; RE: rotação externa; C4: cervical 4, T10: torácica 10; DL: decúbito lateral; DV: decúbito ventral; DVC: decúbito ventral na cunha; G: grupo; EMGs: eletromiografia de superfície. *Crianças com PC. **Crianças típicas, sem PC. ***Crianças com desenvolvimento motor típico, porém com déficit cognitivo.

Tabela 3: Técnicas fisioterapêuticas avaliadas pela EMGs em cada artigo.

Técnicas Fisioterapêuticas	nº de Artigos
TCl	1
TCl e Estimulação elétrica	1
Estimulação elétrica	2
Bobath	2
Treinamento de força	3
Equoterapia	3
Treino em esteira	1
Exercícios de equilíbrio e controle postural	1
Exercícios subaquáticos e em solo	1
Total	15

EMGs: eletromiografia de superfície; TCl: terapia por contenção induzida

utilizou exercícios isocinéticos. Dois artigos avaliaram a EMGs durante exercícios isotônicos e em repouso. Um artigo avaliou exercícios isotônicos e também durante exercícios de equilíbrio e um artigo avaliou a EMGs durante manipulações realizadas pelo avaliador.

■ DISCUSSÃO

A EMGs tem sido muito utilizada por fisioterapeutas justamente por ter a capacidade de demonstrar a resposta muscular aos estímulos neurais de forma não invasiva. Através da EMGs é possível observar o grau, duração e tipo de contração muscular, alteração da composição das unidades motoras resultante de programas de treinamento muscular, estratégias neurais de recrutamento, além de possibilitar inferências relativas à fadiga muscular^{32,33}. Dessa forma, são várias as aplicações da EMGs na fisioterapia, seja para avaliar o sucesso de determinada terapia, seja para demonstrar diferenças relativas a ativação muscular intersujeitos e intergrupos³⁴.

Em pacientes com PC, onde a escolha e a resposta à intervenção são difíceis pelo fato da desordem ser heterogênea, apresentar várias etiologias e características motoras e cognitivas, padrões de lesões cerebrais e condições de saúde associadas diferentes, a necessidade de se optar pela melhor terapêutica é de extrema importância para proporcionar melhores ganhos aos pacientes^{35,36}. Por isso, o sinal eletromiográfico se torna uma ferramenta útil para analisar o desfecho de tratamentos fisioterapêuticos porque proporciona um fácil acesso aos processos fisiológicos que fazem com que o músculo gere força, produza movimentos e realize inúmeras funções que nos permitam fazer inferências relevantes quanto à biomecânica dos movimentos humanos³⁴.

Quanto ao uso do sinal eletromiográfico, de acordo com De Lucca³⁵, na biomecânica, são três os tipos de aplicações que prevalecem: seu uso como indicador do início da ativação muscular, sua relação com a força produzida e seu uso como índice de processos de fadiga. Como indicador do início da atividade muscular, o sinal pode fornecer a sequência de temporização de um ou mais músculos executando uma tarefa, como durante a marcha ou na manutenção da postura ereta, por exemplo. No presente estudo, a maioria dos artigos, ou seja, 13

artigos analisaram o processo de ativação muscular, dois artigos relacionaram o sinal eletromiográfico com a força muscular e nenhum artigo analisou questões relacionadas à fadiga muscular.

A relevância de se pesquisar a respeito da ativação e força muscular em crianças com PC após programas de tratamento acontece porque a fraqueza muscular é uma condição presente nessa desordem que contribui para a postura e movimentos anormais. A perda de sinais motores excitatórios descendentes no trato córtico espinhal resulta em redução da ativação e do tamanho muscular, o que é agravado ainda mais por mudanças patológicas na elasticidade do músculo. Entender esses processos e qual terapêutica possibilita melhor ativação e força muscular, direciona o trabalho fisioterapêutico e proporciona melhores respostas funcionais para o paciente³⁷.

De acordo Zhou *et al.*³⁸ existe uma relação linear entre a amplitude do sinal EMGs e a força de contração do músculo. Com o aumento da força muscular, a amplitude do sinal aumenta de forma correspondente. No estudo de Labarre-Vila³⁹ com estudantes universitários saudáveis para analisar a função muscular dos músculos vasto lateral (VL), vasto medial (VM) e reto femoral (RF) durante agachamentos em diferentes ângulos, os autores observaram diminuição do sinal eletromiográfico com o aumento do tempo e fadiga em cada ângulo de agachamento.

Já a pesquisa de Nielsen *et al.*⁴⁰ aponta para a relação que o sinal eletromiográfico pode trazer a respeito da força e trofismo muscular. Os pesquisadores realizaram treinamento do músculo tibial anterior em 12 pacientes com hemiplegia e demonstraram em seus resultados uma relação quase linear entre a amplitude da EMGs e amplitude da espessura muscular para cada paciente em seus MMII acometidos⁴¹.

No presente estudo, dentre os resultados obtidos através da EMGs somente dois artigos não revelaram alterações eletromiográficas significativas após o tratamento fisioterapêutico conduzido. Hodapp *et al.*¹⁹ usaram a EMGs para examinar a ativação muscular do músculo sóleo durante a marcha em crianças com PC antes e após um treinamento em esteira de 10 min por 10 dias. Após 10 dias, os autores não encontraram diferenças

significativas nos valores absolutos da EMGs durante a marcha ($p = 0,50$).

Arya *et al.*²⁵ utilizaram a EMGs para avaliar a ativação muscular do quadríceps femoral e tibial anterior de dois grupos de crianças com PC antes e após um protocolo que consistia em fisioterapia e terapia ocupacional (TO) para o GC e as duas terapias associadas a estimulação elétrica dos músculos pesquisados durante a marcha no GI. O estudo não obteve respostas conclusivas quanto à ativação muscular após quatro semanas de terapia.

Entretanto, Mukhopadhyay *et al.*²⁹ em seu estudo, o qual empregou a EMGs com a finalidade de investigar as alterações fisiológicas na força e ativação muscular do músculo tibial anterior em repouso e no movimento de dorsiflexão do tornozelo, antes e após um protocolo de estimulação elétrica, associado à fisioterapia no GI e somente fisioterapia no GC, percebeu aumento da força muscular no GI ($p < 0,001$) após 12 semanas de tratamento.

Xu *et al.*²⁸ avaliaram o recrutamento e coordenação muscular dos músculos flexores e extensores de punho ao agarrar um peixe de madeira em forma cilíndrica, visando produzir contração máxima isométrica. Três grupos foram avaliados, o primeiro grupo realizou terapia por contenção induzida (TCI) associada à eletroestimulação, o segundo, somente TCI e o terceiro, tratamento convencional com TO. A TCI associada a eletroestimulação mostrou uma maior taxa de melhora na EMGs dos extensores de punho em relação a co-contracção em comparação com os outros dois grupos (TCI, TO) aos três e seis meses de tratamento ($p < 0,05$).

Ainda em relação ao uso do sinal eletromiográfico para avaliar os benefícios da utilização da TCI em pacientes com PC, Stearns *et al.*²⁰ avaliaram o recrutamento e ativação muscular dos músculos peitoral maior, cabeça longa do tríceps, trapézio superior, deltoide anterior e médio, cabeça longa do bíceps, flexor ulnar e extensor radial do carpo comparando a contração voluntária máxima de cada um desses músculos durante testes funcionais de força de preensão, força de pinça e destreza antes e após duas semanas de intervenção. A análise eletromiográfica mostrou aumento significativo na ativação muscular da pinça ($p = 0,05$). A inspeção visual dos dados da EMGs sugeriu um aumento da ativação muscular durante a aderência e uma diminuição da ativação muscular necessária durante as tarefas de destreza, sugerindo melhor controle muscular.

Simon *et al.*²⁷ mediram a atividade muscular dos músculos paraespinal e esternocleidomastóideo em crianças com PC em três posições: DL, DV e DVC. Em todas as posições o terapeuta utilizou facilitação em ponto chave quadril como preconizado pelo Conceito Bobath. Como resultados da EMGs, os autores encontraram aumento na ativação muscular quando o manuseio foi realizado no DL nos níveis C4 ($p < 0,001$), T10 ($p < 0,001$) e esternocleidomastóideo ($p = 0,02$). Os autores relatam que as manipulações realizadas em DV podem induzir a facilitação do controle da cabeça, avaliada pela atividade dos músculos cervical e superior do tronco.

Assim como o estudo anterior, Santos *et al.*²⁶ também utilizaram a EMGs para avaliar os efeitos do Conceito Bobath em seu estudo. Dessa forma, mediram

a atividade muscular na posição sentada, durante as manipulações de RI do ombro e de RE, que foram realizadas usando a articulação do cotovelo como ponto chave de controle. Os resultados da pesquisa mostraram que houve aumento no sinal eletromiográfico dos músculos extensores do tronco nos níveis vertebrais C4 ($p = 0,007$) e T10 ($p < 0,001$) na posição RE. Na região T10, também houve aumento do sinal ($p = 0,019$) na posição RI. Estes resultados indicam que o manuseio em RE de ombro pode ser usado em crianças diplégicas para facilitar a atividade dos músculos extensores cervicais e de tronco.

Já em relação à equoterapia, McGibbon *et al.*¹⁶ analisaram através da EMGs a simetria do músculo adutor direito e esquerdo durante a caminhada de crianças com PC após treino de equoterapia durante 10 minutos por 12 sessões comparando com crianças que somente se sentaram num barril neste mesmo período. Os resultados do estudo demonstraram que a equoterapia melhorou a simetria do músculo adutor nas crianças com PC estudadas ($p < 0,001$).

Do mesmo modo, Benda *et al.*¹⁸ usaram a EMGs para medir a atividade muscular do tronco e dos MMII durante tarefas realizadas na posição sentada, em pé e durante a marcha. O GI foi avaliado antes e depois de uma sessão de equoterapia e o GC, antes e depois de permanecer sentado em um barril. Os autores observaram melhora significativa na simetria da atividade muscular dos adutores de quadril depois da equoterapia ($p = 0,051$). Nenhuma mudança significativa foi observada no grupo que ficou sentado no barril. Conforme os autores, estes resultados sugerem que o movimento do cavalo, ao contrário do alongamento passivo, explica as melhorias observadas.

Ainda sobre a equoterapia, Ribeiro *et al.*³⁰ mediram a ativação dos músculos VL, VM, TA e RF em três momentos, antes e após a cavalgada, com o cavalo parado e durante a cavalgada. GI e GC realizaram o mesmo treinamento. A análise eletromiográfica demonstrou maior ativação do TA em relação aos demais músculos, porém sem demonstrar diferença significativa. E ao comparar os dois grupos, o GI apresentou maior atividade muscular ($p = 0,031$).

Fowler *et al.*¹⁷ investigaram, por meio da EMGs, a atividade muscular durante o teste do pêndulo para definir se exercícios de fortalecimento do quadríceps (exercícios isométricos, isotônicos e isocinéticos) alterariam a espasticidade dos músculos VL, isquiotibial medial, gastrocnêmio medial e tibial anterior. Os autores não encontraram aumento da espasticidade nos músculos pesquisados após os indivíduos com PC completarem exercícios de fortalecimento muscular do quadríceps femoral com esforços máximos ($p < 0,05$). Também não encontraram diferenças nos dados pré e pós tratamento, no que diz respeito a ordem e tipo de exercício realizado ($p > 0,05$). Ainda, segundo os responsáveis pela pesquisa, estes resultados, bem como os resultados de outros estudos que demonstraram melhorias na produção de força em indivíduos com PC, sugerem que não há efeitos prejudiciais associados aos programas de fortalecimento muscular.

Reid *et al.*²¹ também utilizaram o sinal eletromiográfico para analisar um programa de fortalecimento, porém, só usaram exercícios excêntricos. Os autores examinaram a atividade flexora do bíceps braquial e braquiorradial durante avaliações isocinéticas antes e depois de um programa de fortalecimento utilizando um aparelho de treinamento excêntrico de membros superiores. O GI foi formado por crianças com PC e o GC, por crianças com desenvolvimento típico. A atividade registrada pela EMGs foi elevada antes do treinamento nas crianças com PC, mas diminuiu após o treinamento para níveis semelhantes aos das crianças com desenvolvimento típico ($p = 0,01$). De acordo com os responsáveis pela pesquisa, os resultados sugerem que os exercícios excêntricos podem diminuir a co-contracção.

Liao *et al.*²² usaram a EMGs para investigar o recrutamento de agonistas e tempo de reação nos músculos VL, isquiotibial e glúteo máximo durante a tarefa de sentar e levantar, usando um colete com três tipos de cargas (resistência alta/máxima 1RM, resistência moderada 6RM, resistência baixa 10RM). O GI foi composto por crianças com PC e enquanto que o GC foi composto por crianças com desenvolvimento típico. As crianças com PC demoraram mais tempo para se levantar do que o GC quando a carga foi alta ($p = 0,004$). O pico da EMGs no VL aumentou com o aumento da resistência no GC ($p < 0,017$), mas não em crianças com PC. As crianças com PC apresentaram maior proporção de co-contracção no VL do que o grupo controle ($p = 0,001$) em todos os níveis de resistência.

Bigongiari *et al.*²⁴ fizeram uso da EMGs para investigar a atividade elétrica dos músculos do ombro e tronco em crianças com PC e sem PC ao agarrar uma bola a partir de uma posição sentada. As crianças com PC apresentaram aumento do sinal eletromiográfico e maior nível de co-contracção ($p < 0,05$). A regressão linear indicou uma relação positiva entre EMGs e envelhecimento para o GC, enquanto que essa relação foi negativa para participantes com PC. Os autores sugerem que a principal estratégia de controle postural em crianças seja baseada em correções após o início do movimento. A relação linear entre EMGs e envelhecimento sugere que o desenvolvimento do controle postural é afetado pela doença do nervo central, o que pode levar a um aumento da co-contracção muscular.

Trócoli *et al.*²³ investigaram através da EMGs a atividade muscular do músculo RF enquanto as crianças se levantavam de uma posição sentada e também ao caminhar uma distância de três metros. O GI foi formado por crianças com PC e o GI por crianças saudáveis. Todas essas atividades foram analisadas com os participantes em solo e ambiente aquático, e foi padronizado o nível de imersão no processo xifoide. Os resultados da pesquisa demonstraram que, durante a atividade subaquática, houve

aumento da ativação muscular do RF em crianças com PC comparadas com as saudáveis ($p = 0,0039$). Durante a caminhada em solo, a atividade muscular foi maior no grupo de crianças com PC do que o GC ($p = 0,0014$), além de andar debaixo d'água ($p = 0,007$). O estudo demonstrou maior ativação muscular do RF em crianças com PC durante a caminhada subaquática, em comparação com o grupo de crianças saudáveis.

A pesquisa apresentou diversas limitações: (a) as intervenções foram distintas; (b) variação na frequência, a duração e o tempo das intervenções; (c) diferiu o método de avaliação e o tempo utilizado para as reavaliações. Todos esses aspectos impediram uma comparabilidade de qualidade, como também o fato de alguns não descreverem os resultados de forma clara e com embasamento estatístico descrito. No entanto, os resultados e as limitações demonstram que é de suma importância pesquisas com maior rigor metodológico, com descrições de tratamentos mais claras e menos empíricos. Outra limitação importante, e que ficou fora do controle das autoras, foi a base de dados do Embase no ano de 2017 a 2019 estar indisponível pela Universidade vinculada.

■ CONCLUSÃO

As aplicações da EMGs na fisioterapia em crianças com PC são amplas e as publicações, em sua maioria, concentram o destino da técnica para o estudo da ativação muscular. Contudo, um só artigo apresentou boa pontuação em relação à sua qualidade metodológica, o que justifica a carência de ensaios clínicos randomizados e duplos cegos com maior rigor metodológico para um melhor nível de evidência. O presente artigo demonstra que crianças com PC se beneficiam do uso da EMGs como medida de desfecho da fisioterapia, pois os processos de ativação muscular relacionados às tarefas motoras proporcionam dados quantitativos que, analisados da forma correta, podem trazer informações importantes, que ajudarão na análise biomecânica do movimento humano e que tornarão a prática clínica do fisioterapeuta mais integrada com as evidências científicas.

Abreviaturas

PC: Paralisia Cerebral; EMGs: Eletromiografia de superfície; GMFCS: Classificação da Função Motora Grossa; MACS: Classificação da Habilidade Manual; GI: grupo interventivo; GC: grupo controle, VL: vasto lateral; †: maior; MMII: membros inferiores, TCI: terapia por contenção induzida; MMSS: membros superiores; RM: repetição máxima; RF: reto femoral; TO: terapia ocupacional; RI: rotação interna; RE: rotação externa; C4: cervical 4, T10: torácica 10; DL: decúbito lateral; DV: decúbito ventral; DVC: decúbito ventral na cunha; G: grupo; EMGs: eletromiografia de superfície; VM: vasto medial

REFERÊNCIAS

1. Englander ZA, Sun J, Case L, Mikati MA, Kurtzberg J, Songa AW. Brain structural connectivity increases concurrent with functional improvement: Evidence from diffusion tensor MRI in children with cerebral palsy during therapy. *Neuroimage Clin.* 2015;7:315-24. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.01.002>
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Data and Statistics for Cerebral Palsy. [internet] 2016 [cited 2020 May 12] Available from: <https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html>.
3. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(12):816-24. DOI: <http://doi.org/10.1017/s0012162200001511>
4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
5. Hegarty AK, Kurz MJ, Stuber W, Silverman AK. Changes in Mobility and Muscle Function of Children with Cerebral Palsy after Gait Training: A Pilot Study. *J Appl Biomech.* 2016;32(5):469-86. DOI: <http://doi.org/10.1123/jab.2015-0311>
6. Anttila H, Autti-Rämö I, Suoranta J, Mäkelä M, Malmivaara A. Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMC Pediatr.* 2008;8:14. DOI: <http://doi.org/10.1186/1471-2431-8-14>
7. Brown GT, Burns SA. The efficacy of neurodevelopmental treatments in Paediatrics: a systematic review. *Br J Occupational Therapy.* 2001;64(5):235-44. DOI: <https://doi.org/10.1177/030802260106400505>
8. Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL. A systematic review of the effectiveness of strength training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(8):1157-64. DOI: <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.34286>
9. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of Rehabilitation Interventions to Improve Gait Speed in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review and Meta-analysis. *Phys Ther.* 2016;96(12):1938-54. DOI: <https://doi.org/10.2522/ptj.20150401>
10. Park EJ, Baek SH, Park S. Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(11):3227-31. DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3227>
11. Saquetto M, Carvalho V, Silva C, Conceição C, Gomes-Neto M. The effects of whole body vibration on mobility and balance in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2015;15(2):137-44.
12. Whalen CN, Case-Smith J. Therapeutic Effects of Horseback Riding Therapy on Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2012;32(3):229-42. DOI: <https://doi.org/10.3109/01942638.2011.619251>
13. Carr JH, shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(2):147-56. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000200003>
14. Ocarino JM, Silva PLP, Vaz DV, Aquino CF, Brício RS, Fonseca ST. Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação. *Fisioter Bras.* 2005;6(4):305-10.
15. Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Mov.* 2011;24(3):523-33. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300017>
16. McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, Silkwood-Sherer D. Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(6):966-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.011>
17. Fowler EG, Ho TW, Nwigwe AI, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2001;81(6):1215-23.
18. Benda W, McGibbon NH, Grant KL. Improvements in muscle symmetry in children with cerebral palsy after equine-assisted therapy (hippotherapy). *J Altern Complement Med.* 2003;9(6):817-25. DOI: <https://doi.org/10.1089/107555303771952163>
19. Hodapp M, Vry J, Mall V, Faist M. Changes in soleus H-reflex modulation after treadmill training in children with cerebral palsy. *Brain.* 2009;132(Pt 1):37-44. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/awn287>
20. Stearns GE, Burtner P, Keenan KM, Qualls C, Phillips J. Effects of constraint-induced movement therapy on hand skills and muscle recruitment of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *NeuroRehabilitation.* 2009;24(2):95-108. DOI: <https://doi.org/10.3233/NRE-2009-0459>

21. Reid S, Hamer P, Alderson J, Lloyd D. Neuromuscular adaptations to eccentric strength training in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(4):358-63. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03409.x>
22. Liao HF, Gan SM, Lin KH, Lin JJ. Effects of weight resistance on the temporal parameters and electromyography of sit-to-stand movements in children with and without cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010;89(2):99-106. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181c55874>
23. Trócoli T, Oliveira L, Kanashiro M, Braga D, Cyrillo F. Electromyographic analysis of quadriceps muscle among children with cerebral palsy underwater and on dry ground. [internet] 2011 [cited 2020 May 12] Available from: http://fisioaquaticafuncional.com.br/resources/WPT2011_Poster.pdf
24. Bigongiari A, Souza FA, Franciulli PM, Neto Sel R, Araujo RC, Mochizuki L. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci.* 2011;30(3):648-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.11.006>
25. Arya BK, Mohapatra J, Subramanya K, Prasad H, Kumar R, Mahadevappa M. Surface EMG analysis and changes in gait following electrical stimulation of quadriceps femoris and tibialis anterior in children with spastic cerebral palsy. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012;2012:5726-9. DOI: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2012.6347295>
26. Santos CG, Pagnussat AS, Simon AS, Py R, Pinho AS, Wagner MB. Humeral external rotation handling by using the Bobath concept approach affects trunk extensor muscles electromyography in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2015;36C:134-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.09.013>
27. Simon AS, Pinho AS, Santos CG, Pagnussat AS. Facilitation handlings induce increase in electromyographic activity of muscles involved in head control of cerebral palsy children. *Res Dev Disabil.* 2014;35(10):2547-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.06.018>
28. Xu K, LuHe, Mai J, Yan X, Chen Y. Muscle Recruitment and Coordination following Constraint-Induced Movement Therapy with Electrical Stimulation on Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2015;10(10):e0138608. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138608>
29. Mukhopadhyay R, Lenka PK, Biswas A, Mahadevappa M. Evaluation of Functional Mobility Outcomes Following Electrical Stimulation in Children with Spastic Cerebral Palsy. *J Child Neurol.* 2017;32(7):650-6. DOI: <https://doi.org/10.1177/0883073817700604>
30. Ribeiro MF, Espindula AP, Lage JB, Bevilacqua Júnior DE, Diniz LH, Mello EC, et al. Analysis of the electromyographic activity of lower limb and motor function in hippotherapy practitioners with cerebral palsy. *J Bodyw Mov Ther.* 2019; 23(1):39-47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.12.007>
31. 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. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
32. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(7):549-54. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0012162206001162>
33. Ferreira AS, Guimarães FS, Silva JG. Aspectos Metodológicos da Eletromiografia de Superfície: Considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. *Rev Bras Cienc Esporte.* 2010;31(2):11-30.
34. Portney L, Roy SH. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. *Fisioterapia avaliação e tratamento.* 4 ed. São Paulo: Manole, 2004; p. 213-56.
35. De Luca CJ. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997;13(2):135-63. DOI: <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
36. Damiano DL, Alter KE, Chambers H. New Clinical and Research Trends in Lower Extremity Management for Ambulatory Children with Cerebral Palsy. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2009;20(3):469-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2009.04.005>
37. Tank FF, Silva GT, Oliveira CG, Garcia MAC. Influência da distância intereletrodos e da cadencia de movimento no domínio da frequência do sinal de EMG de superfície. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15(4):272-6. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000500008>
38. Zhou J, Butler EE, Rose J. Neurologic Correlates of Gait Abnormalities in Cerebral Palsy: Implications for Treatment. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:103. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00103>
39. Labarre-Vila A. Assessment of muscle function in pathology with surface electrode EMG. *Rev Neurol (Paris).* 2006;162(4):459-65. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0035-3787\(06\)75037-8](https://doi.org/10.1016/s0035-3787(06)75037-8)

40. Nielsen JLG, Holmgaard S, Jiang N, Englehart KB, Farina D, Parker PA. Simultaneous and proportional force estimation for multifunction myoelectric prostheses using mirrored bilateral training. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2011;58(3):681-8. DOI: <https://doi.org/10.1109/TBME.2010.2068298>
41. Li H, Zhao G, Zhou Y, Chen X, Ji Z, Wang L. Relationship of EMG/SMG features and muscle strength level: an exploratory study on tibialis anterior muscles during plantar-flexion among hemiplegia patients. *Biomed Eng Online.* 2014;13:5. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-13-5>

Abstract

Introduction: Cerebral Palsy is the most common physical disability in childhood. Physical therapy plays a central role in managing the treatment of disease sequelae. However, it is always a challenge to quantify the results obtained in physical therapy interventions. Thus, surface electromyography has been increasingly used by physiotherapists because it is a quantitative method of evaluation and treatment of neuromuscular system dysfunctions.

Objective: To analyze the use of surface electromyography as a physical therapy outcome measure in children with cerebral palsy.

Methods: From the search in two important databases, clinical trials of physical therapy interventions that used surface electromyography as a physiotherapy outcome factor in children with cerebral palsy, published in Portuguese, English, French or Spanish until August 2019, were selected.

Results: A total of 166 articles were found in the databases searched. Of these, only 15 were included and classified with good methodological quality by PEDro and because they were related to surface electromyography. A flowchart with standardization of actions was built taking into account the most prevalent findings in the studies.

Conclusion: Surface electromyography has been applied by physiotherapists to evaluate the effects of the intervention, but it is necessary to improve its level of evidence.

Keywords: Cerebral palsy, physiotherapy, electromyography.

©The authors (2020), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.