REVISTA SAÚDE DOS VALES

ISSN: 2674-8584 V.1 - N.2 – 2020

O EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

THE EFFECT OF TRANSCRANIAL STIMULATION BY CONTINUING CURRENT IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Ana Claudia Martins Silva
Acadêmica de Fisioterapia na Universidade Presidente Antônio Carlos-UNIPAC, Brasil
E-mail: cacaumartins.cap@hotmail.com

Louise Rodrigues Schuffner
Acadêmica de Fisioterapia na Universidade Presidente Antônio Carlos-UNIPAC, Brasil
E-mail: louiseschuffner@hotmail.com

Rejane Goecking B. Pereira
Especialista em Fisioterapia Neurológica adulto e infantil pela UFMG
Especialista em Urgência e Emergência pelo hospital Sírio Libanês
Especialista em Neonatologia pela ESP-MG
Professora de Fisioterapia na Faculdade Presidente Antônio Carlos
RT do serviço de Fisioterapia da Unimed.
E-mail: rejanegoecking@hotmail.com

Resumo

Conhecida também como Encefalopatia Crônica não progressiva, a Paralisia cerebral é considerada um distúrbio congênito de movimentação, tônus muscular ou postura. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) é uma forma de neuro estimulação que utiliza corrente elétrica baixa e contínua emitida diretamente na área cerebral de interesse, através de pequenos eletrodos. A ETCC é uma técnica de estimulação cerebral não invasiva que através de uma corrente elétrica no qual é aplicada no crânio por meio de eletrodos, é possível facilitar o ambiente cerebral, para que o mesmo se torne mais favorável a ativação do neurônio, ou podemos dificultar este ambiente cerebral para que ele se torne mais hipoativo, então se dá uma dificuldade da ativação cerebral. O ETCC é uma técnica atualmente utilizada na área pediátrica e existe uma grande quantidade de evidências científicas desta técnica realizadas em pacientes com paralisia cerebral (PC). A ETCC possui este efeito sobre pacientes com PC pois atinge diretamente as estruturas cerebrais, promovendo alterações plásticas de maneira focal, indolor e com largo limite de segurança. Com a prática de cinesioterapia se obtém redução das oscilações, aumento da velocidade nos movimentos, comprimento dos passos e das passadas durante a marcha durante uma consulta de 20 minutos. Obtém-se uma melhora da marcha e os efeitos foram obtidos. Portanto, a ETCC é uma técnica que vêm se mostrando extremamente efetiva e segura, quando adequadamente aplicada.

REVISTA SAÚDE DOS VALES

Palavras chave: estimulação transcraniana; córtex cerebral; paralisia cerebral.

Abstract

Also known as Chronic Non-progressive Encephalopathy, Cerebral Palsy is considered a congenital disorder of movement, muscle tone or posture. It occurs due to abnormal brain development, often before birth. Transcranial direct current stimulation (ETCC) is a form of neuro stimulation that uses low electrical current and continues to be emitted directly into the brain area of interest, through small electrodes. ETCC is a non-invasive brain stimulation technique that, through an electrical current in which it is applied to the skull using electrodes, makes it possible to facilitate the brain environment, so that it becomes more favorable to neuron activation, or we can make it difficult this brain environment so that it becomes more hypoactive, then there is a difficulty in brain activation. ETCC is a technique currently used in the pediatric area and there is a large amount of scientific evidence of this technique performed in patients with cerebral palsy (CP). ETCC has this effect on patients with CP because it directly affects brain structures, promoting plastic changes in a focal, painless manner and with a wide safety limit. With the practice of kinesiotherapy, it is possible to reduce oscillations, increase in movement speed, length of steps and strides during gait during a 20-minute consultation. An improvement in gait is obtained and the effects were obtained after a month of rehabilitation protocol. Therefore, ETCC is a technique that has been shown to be extremely effective and safe, when properly applied.

Keywords: transcranial stimulation; cerebral cortex; cerebral palsy.

1. Introdução

A Encefalopatia Crônica, também conhecida como Paralisia Cerebral (PC) atualmente é conceituada como um grupo de desordens motoras não progressivas, sujeitas à agressão encefálica que se caracteriza inicialmente por um transtorno persistente, porém não invariável, que surge na primeira infância e que não é somente secundária à lesão não evolutiva do encéfalo, mas se deve também à influência que a referida lesão exerce sobre a estrutura e função do corpo, atividade e participação. Todavia, o desempenho funcional da criança será impactado de diferentes formas de acordo com distúrbios sensitivos, intelectuais, visuais e auditivos, frequentemente associados ao quadro clínico da doença, com incidência variando entre 1,5 e 2,5 a cada 1000 nascidos vivos.

As condições de maior risco para o desfecho de paralisia cerebral são a prematuridade abaixo de 28 semanas, o peso do nascimento abaixo de 1500g e o índice de vitalidade do recém-

nascido aferido pelo índice de Apgar menor que 7 no quinto minuto. Ademais, entende-se que múltiplos fatores potencializam o dano cerebral. As malformações estruturais regionais com déficit motor tais como as agenesias e as esquizencefalias, hemimegalencefalias, paquigirias, poligimicrogirias, lisencefalias e outros defeitos de migração e embriogênese são etiologias comuns para a paralisia cerebral e podem ocorrer em crianças que não apresentem história de risco gestacional ou perinatal. Estas condições não são evidentes e apenas serão diagnosticadas por exames de imagem adequados, geralmente a ressonância magnética.

Após uma lesão encefálica, um desencadeamento de alterações neurofisiopatológicas acontece resultando em uma diminuição de células gliais, perda axónal, apoptose e perdas comparáveis em estruturas subcorticais. Deste modo, a PC consiste em reduçao da ativação das vias nervosas responsáveis pelo seguimento e execução dos atos motores, assim como de regiões fundamentais para o esclarecimento das informações somatossensoriais, e assim resultando em comprometimento ascendente e descendente ao do controle motor.

Estudos neurofisiológicos afirmam que crianças com PC demonstram importantes alterações na excitabilidade cortical motora, com ampliação dos limiares de excitabilidade, impossibilitando a deflagração do potencial de ação em áreas motoras e associativa. Tais alterações na excitabilidade cortical são observadas de forma ampla nas áreas cerebrais motoras em crianças com PC, mesmo em casos que a lesão é unilateral.

A ETCC (Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua) vem ganhando destaque diante a pacientes com paralisia cerebral, principalmente em relação a reabilitação motora. Além de ser uma técnica relativamente de baixo custo, de fácil administração e com mínimos efeitos adversos, a estimulação transcraniana por corrente contínua pode auxiliar de forma indolor e sem o uso de medicamentos em pacientes que possuem distúrbios e doenças neuropsiquiátricas. Diferentemente das demais estimulações, a estimulação transcraniana por corrente contínua pode ser facilmente administrada com a cinesioterapia, que podemos observar redução das oscilações, aumento da velocidade nos movimentos, comprimento dos passos e das passadas durante a marcha. Desta forma, a técnica de estimulação cerebral não invasiva permite que a excitabilidade cortical seja facilitada ou inibida durante a demanda oferecida pelo treino. Possibilitando assim, um “ambiente cerebral” mais favorável para o processamento das informações advindas proximais e o desencadeamento de uma resposta motora mais efetiva, contribuindo para o aprendizado de um novo padrão motor.

1.1 Objetivos

O objetivo do presente estudo é discutir o efeito da estimulação transcraniana por corrente continua no tratamento de pacientes com paralisia cerebral, e demonstrar a eficiência desse tratamento diante o quadro de paralisia.

2. Revisão da Literatura

2.1 Paralisia Cerebral ou Encefalopatia Crônica da Infância

O termo Paralisia Cerebral (PC) ou Encelafalopatia Crônica se dá pelo grupo de distúrbios cerebrais não progressivos e crônicos, que resultam em comprometimentos de movimento e de postura de início prematuro. Estes distúrbios se dão por lesões ocorridas no período durante a vida fetal até os dois anos de vida. Tais lesões podem ocorrer devido a influência de obstrução de oxigenação placenta-cordão umbilical, má formações fetais, idade da mãe, prematuridade, duração do trabalho de parto, parto instrumental e também anoxia (ROTTA NT, 2012).

Os distúrbios cerebrais causados pela PC podem levar a uma série de comprometimentos de controle de movimentos, modificações adaptativas do comprimento dos músculos e, em alguns casos, deformidades ósseas. Tais distúrbios são diferenciados de acordo com a parte do corpo comprometida, como: hemiplegia, que é o envolvimento da extremidade superior e inferior de um lado; diplegia, que é a quadriplegia com envolvimentos leves de extremidades superiores; e quadriplegia, onde é o envolvimento igual de extremidade superior e inferior. Os tipos de PC estão ligados aos locais de danos do sistema nervoso central (SNC), que comprometem os tônus e os movimentos, que podem ser: Espástica, que apresenta as características da lesão do primeiro neurônio motor (hiperreflexia, fraqueza muscular, padrões motores anormais e diminuição da destreza; PC Atáxica, apresenta sinais de comprometimento do cerebelo, manifestando-se por ataxia; PC Atetóide, nele apresentam-se sinais de comprometimento do sistema extrapiramidal, presença de movimentos involuntários (atetose), distonia, ataxia e, em alguns casos, a rigidez muscular; e a PC Mista, nas quais se combinam as características das formas espástica, atáxica e atetóide (TECKLIN JS).

Para padronizar as avaliações realizadas em relação ao grau de comprometimento motor do indivíduo com PC e deixar de lado os termos “leve”, “moderada” e “grave, um grupo de

pesquisadores do Canadá desenvolveu a GMFCS – *Gross Motor Function Classification System*, ou Sistema de Classificação da função Motora Grossa (GRECCO et al, 2017) que tem por objetivo classificar com ênfase no sentar, nas transferências e mobilidade através de cinco níveis distintos dependendo de sua idade e atividades motora que consegue realizar de forma espontânea e sem grande esforço, sendo que I como menor comprometimento e V como maior comprometimento das funções motoras (GRECCO et al, 2017). A seguir há uma tabela demonstrativa destes graus de comprometimento:

Tabela 1 - Níveis do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa na Paralisia Cerebral, segundo o GMFCS:

Nível	**Anda sem limitações**
Nível	**Anda com limitações**
Nível	**Anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade**
Nível	**Auto mobilidade com limitações; pode utilizar mobili motorizada**
Nível	**Transportado em uma cadeira de rodas manual**

2.2 Dados epidemiológicos

A Encefalopatia Crônica, também conhecida como Paralisia Cerebral (PC) é uma das doenças que possuem maior prevalência em centros de reabilitação física ao redor do mundo com a incidência variando entre 1,5 e 2,5 a cada 1000 nascidos vivos (COLLANGE et al, 2017).

Em países desenvolvidos observa-se um aumento na incidência de PC nas últimas duas décadas, com incidência documentada de 2,7 em cada 1.000 nascimentos. Esse aumento é atribuído à melhoria nos cuidados médicos, com conseqüente aumento da sobrevivência de crianças prematuras e com baixo peso (DIAS et al., 2010).

2.3 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) vem ganhando destaque na literatura científica sobre PC, principalmente nos estudos da área de reabilitação motora (GRECCO et al, 2014). Além de ser uma técnica relativamente barata, de fácil administração e com mínimos efeitos adversos (BIKSON et al, 2016), a estimulação transcraniana por corrente contínua gera a possibilidade de modulação da excitabilidade cortical durante o treino motor (CHEN CY et al 2016). Diferentemente da estimulação magnética transcraniana que necessita que o indivíduo permaneça estático durante sua administração, a estimulação transcraniana por corrente contínua pode ser facilmente administrada durante qualquer tipo de movimento e estímulo, exercícios físicos e intelectuais. Desta forma, a técnica de estimulação cerebral não invasiva permite que a excitabilidade cortical seja facilitada ou inibida durante a demanda oferecia pelo treino. Proporcionando assim, um "ambiente cerebral" mais favorável para o processamento das informações advindas da periferia e o desencadeamento de uma resposta motora mais efetiva, contribuindo para o aprendizado de um novo padrão motor (MUSKAT; COLLANGE GRECCO, 2019). Na imagem a seguir, há uma demonstração de como são aplicados os eletrodos cátodo e ânodo em um paciente:



Imagem 1 - Montagem bicefálica da ETCC O eletrodo envolvido com a esponja de cor vermelha é o ânodo e encontra-se sobre o córtex motor esquerdo, já o eletrodo com a esponja de cor azul é o cátodo e está sobre o córtex supraorbital.

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua permite a estimulação anódica e catódica do córtex cerebral (GRECCO et al, 2014) e/ou cerebelar (GRECCO et al 2016). A estimulação anódica é capaz de facilitar a excitabilidade cortical, enquanto a estimulação catódica resulta em aumento do limiar de excitabilidade cortical (THIBAUT et al, 2013). Até o presente momento, os efeitos da estimulação anódica em crianças com PC foram descritos com maior frequência. Os estudos abordando os efeitos da estimulação catódica são limitados a crianças com distonia (YOUNG; BERTUCCO et al, 2014). Segundo GRECCO et al, 2017:

> "Nós acreditamos que o principal motivo para esta diferença no número de estudam que abordam a estimulação anódica e catódica em crianças com PC podem ter dois motivos principais. A técnica é relativamente nova, com os primeiros estudos publicados em 2014 (GRECCO; MENDONÇA, 2014). No entanto, ao nosso ver, uma provável justificativa é o importante papel das adaptações cerebrais sobre o prognóstico das crianças com PC. Mesmo que a estimulação cerebral não invasiva seja atualmente considerada como uma promissora intervenção para otimização dos ganhos motores em crianças, nós acreditamos que existirá uma resistência na aplicação da estimulação catódica em regiões cerebrais. Inibir a excitabilidade cortical de qualquer área cerebral, mesmo que com objetivo de obter um equilíbrio da atividade inter-hemisférica, pode resultar na redução das adaptações neuroplásticas após a lesão. Infelizmente, não existe um conhecimento profundo de como ocorrem ou como essas adaptações neuroplásticas contribuem para o desenvolvimento neuromotor das crianças com PC, e tampouco somos capazes de predizer a real influência da estimulação catódica sobre as funções globais de uma criança". (GRECCO et al, 2017, p.158)

2. 4 Neurofisiopatologia da doença: bases para estimulação cerebral não invasiva

Depois de uma lesão encefálica, um desencadeamento de alterações neurofisiopatológicas acontece resultando em redução de célula gliais, perda axonal, apoptose e perdas comparáveis em estruturas subcorticais (BURTON et al, 2009). Desta maneira, a PC consiste em diminuição da ativação das vias nervosas responsáveis pelo processamento e execução dos atos motores, assim como de regiões fundamentais para interpretação das informações somatossensoriais, e assim

resultando em comprometimento ascendente e descendente ao do controle motor (SHIN; LEE et al, 2012).

São determinantes para ativação de uma área durante a realização de uma tarefa os limiares de excitabilidade cortical. Estão associados a redução da excitabilidade motora e um pior desenvolvimento neuromotor (PITCHER et al,2012).

Segundo NEVALAINEN et al, 2012 e ROSE et al, 2011, crianças com PC apresentam importantes alterações na excitabilidade cortical motora, com aumento dos limiares de excitabilidade, dificultando a deflagração do potencial de ação de áreas motoras e associativas. Estas alterações na excitabilidade cortical são observadas de forma ampla nas áreas cerebrais motoras em crianças com PC, mesmo em casos em que a lesão é unilateral.

Entende-se que padrões motores observados em crianças com PC sejam secundários às alterações estruturais causadas pela lesão e a um complexo padrão de redução da ativação cerebral, envolvendo circuidos somatossensorias e corticoespinhais (KESAR TM et al, 2012). Segundo MUSZKAT e GRECCO, 2019, p. 154:

> Relatos na literatura sugerem que a sintomatologia motora (topografia do comprometimento motor e o tipo de tônus muscular) é secundária à localização da lesão, mas que a complexidade e a gravidade do comprometimento motor apresentam relações com a redução da atividade cerebral e alterações na atividade cortical.

Um exemplo disso é que a diminuição da ativação do córtex sensorial é considerada uma das bases neurológicas para a má consciência tátil proprioceptiva e cinestésica observada em crianças com PC (DINOMAIS M et al, 2013). Se estas alterações somatossensoriais estiverem presentes, elas limitam a evolução e podem comprometer o prognóstico da criança.

Na PC o dano cerebral pode promover uma cascata de alterações neurofisiológicas repercutindo em uma diminuição da ativação do sistema nervoso central durante a execução de movimentos (NEVALAINEN P et al, 2012). Embora não exista uma cura para lesão encefálica na PC as sequelas podem ser minimizadas por métodos de neurorreabilitação, ou seja, melhora no desempenho durante a marcha é uma meta funcional importante na reabilitação das crianças com paralisia cerebral (DINOMAINS M et al, 2013). Com a finalidade de otimizar o resultado funcional devido a potencialização das mudanças neuroplásticas o treino motor pode ser associado a técnicas

de estimulação cerebral não invasiva como por exemplo a estimulação transcraniana por corrente contínua (STAGG CJ et al, 2012).

A ETCC tem sido conhecida por induzir alterações duradouras de excitabilidade cortical em humanos é uma forma segura e barata de estimulação cerebral que envolve a administração de uma corrente elétrica monofásica de baixa densidade no couro cabeludo utilizando eletrodos de superfície do tipo silicone esponja umidecidos em soro fisiológico os efeitos da estimulação são obtidos pela movimentação dos eletrodos devido às cargas elétricas existentes entre eles (LOMAREV M et al, 2010). O sentido da corrente elétrica ou seja o sentido dos elétrons plus sobre o polo negativo cátodo para o polo positivo anodo este fluxo irá gerar diferentes efeitos em tecidos biológicos durante a aplicação da MTC A corrente elétrica flui dos eletrodos e penetra no crânio atingindo o córtex embora ocorre a dissipação da maior parte da corrente entre os tecidos acima do corte uma quantidade suficiente da corrente chega a estruturas corticais modificando o potencial de membrana das células ali localizadas (WAGNER T et al, 2010).

A ETCC apresenta vantagem sobre outras técnicas de estimulação transcraniana pois fornecem efeito modulatório da função cortical com maior duração, sendo de fácil aplicação e de menor custo. Os resultados de pesquisas demonstram seu grande potencial no tratamento de acometimentos neurológicos e na investigação de processo de modulação da excitabilidade cortical além disso esse tipo de equipamento promove uma condição de melhor estimulação placebo dando especificidade maior aos resultados (FREGNI F et al, 2012).

No processo de reabilitação as técnicas de neuromodulação tem como objetivo promover um aumento da eficácia sináptica local, alterando o padrão da plasticidade mal-adaptativa que surge após uma lesão cortical. A ETCC promove uma alteração de excitabilidade de maneira sutil considerado mais fisiológico, pois altera o potencial de membrana da célula facilitando ou dificultando a despolarização sem de fato gera-la. Por isto é um grande benefício da utilização da técnica de é ETCC é a possibilidade do uso associado com terapias físicas. A estimulação aparece como uma forma de modular a atividade cortical abrindo uma passagem para o aumento e prolongamento do ganho funcional promovido pela terapia física. É possível dizer então que a estimulação promove alteração de um padrão de estabilidade disfuncional para que a terapia física moderna com ativação de redes neurais específicas a tarefa, o padrão funcional de atividade cortical (MENDONÇA ME et al, 2012).

3. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se por ser qualitativa e de nível descritivo por meio de analise bibliografica na estrutura denomidada Revisão da Literatura. Foi feita uma revisão criteriosa com busca nas bases de dados virtuais SCIELO (Scientific Electronic Libray Online), LILACS (Literatura Latino Amaricana e do Caribe em Ciências da Saúde), PEDro (Physiotherapy Evidence Database), Google Acadêmico, sites do Google e PubMed. Além dessas , também foi consultado do material impresso na biblioteca da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni e acervo pessoal (Estimulação Cerebral não invasiva os transtornos do neurodesenvolvimento. MUSZKAT; COLLANGE GRECCO, 2019) para realização desse estudo. Os critérios de inclusão foram: trabalhos publicados entre os anos de 2010 e 2020, artigos originais, artigos experimentais, estudos randomizados, revisões bibliográficas e consensos na lingua português, inglês e espanhol. As buscas pelas obras nas bases de dados virtuais utilizaram as seguintes palavras-chaves: paralisia cerebral, estimulação transcraniana, estimulação precoce. Foram excluídos da análise estudos que se desviaram do tema proposto, publicados antes do ano de 2010 e trabalhos em outros formatos como: monografias, dissertações e teses.

4. Resultados e Discussões

De acordo ensaios clínicos descritos por Luana André Collange Grecco e Mauro Muskat (ESTIMULAÇÃO CEREBRAL NÃO INVASIVA, 2017), a estimulação anódica sobre o córtex cerebral é a que possui maior evidência científica, e que produziu melhores resultados em seus ensaios clínicos.

> “As intervenções foram constituídas por dez sessões (cinco sessões semanais), onde as crianças recebiam 20 minutos de estimulação durante o treino de marcha. Os resultados demonstraram que ao se associar a estimulação anódica ocorreu um aumento do tamanho do efeito obtido pelo treino de marcha e a otimização da manutenção dos ganhos após um mês do término das intervenções. Os principais resultados envolveram o aumento da velocidade e da cadência da marcha, melhora da função motora grossa, no equilíbrio estático e funcional e no desempenho funcional em atividades referentes a mobilidade global da criança.” (GRECCO et al, 2017, p 161)

Segundo GRECCO 2017, até o momento, os estudos envolveram o total de 98 crianças com diagnóstico de PC. Os autores relatam mínimos efeitos adversos, geralmente citados como a

sensação de formigamento e vermelhidão no local. A sensação de desconforto e vontade de interromper a estimulação foram mínimas. Não houveram relatos de crises convulsivas ou piora cognitiva, motora ou comportamental. Com bases nestes dados é correto afirmar que a Eletroestimulação Transcraniana por Corrente Contínua é segura e eficaz em pacientes com idade superior a cinco anos de idade.

> "Na nossa prática clínica que envolveu aproximadamente 35 crianças nos últimos três anos, com idades superiores a três anos, não observamos efeitos adversos graves. Observamos uma boa tolerância das crianças ao procedimento, com relatos restritos a sensação de formigamento ou queimação na região onde os eletrodos são posicionados. Devemos ressaltar que a intensidade da corrente descrita na literatura e utilizada pelo nosso grupo clínico variou entre 0,5 a 1mA. Esta margem de intensidade se mostrou segura e foi capaz de gerar efeitos neurofisiológicos e motores, mantidos após o término das intervenções". (GRECCO, 2019, p.170)

Logo, os efeitos da estimulação transcraniana apresentam uma relação importante com as alterações e adaptações funcionais neurológicas após a lesão.

Conclusão

No presente estudo, as publicações mostraram resultados promissores da aplicação da estimulação transcraniana não invasiva na PC. No entanto, apesar de tratar-se de um método não invasivo, indolor e não acarretar efeitos colaterais adversos graves, é uma tecnologia relativamente recente e ainda não acessível a diversos centros de tratamento no país. A Estimulação Transcraniana não invasiva é uma técnica que deve ser aplicada por profissionais extremamente qualificados para tal, pois, uma vez aplicada de forma incorreta, pode desencadear estacionamentos ou até regressos no prognóstico.

Em suma, é importante ressaltar que por ser uma técnica nova, consequentemente é imprescindível novos estudos para que haja demonstração de resultados melhores e concretos sobre a ETCC em pacientes com PC.

Referências

De Almeida Carvalho Duarte N, Collage Grecco LA, Zanon N, Galli M, Fregni F, Santos Oliveira C, Motor Cortex Plasticity in Children With Spastic Cerebral Palsy: A Systematic Review. J Mot Behav. 2016; 18:1-10.

Burton H, Dixit S, Litkowski P, Wingert JR. Functional connectivity for somatosensory and motor cortex in spas-tic diplegia. Somatosensory Motor Res 2009; 26: 90-104.

Shin YK, Lee DR, Hwang HJ, You SH, Im CH, A novel EEG-based brain mapping to determine cortical activation patterns in normal children with cerebral palsy during motor imagery tasks. NeuroRehabilitation, 2012;31(4), 349-355.

Pitcher JB, Schneider LA, Burns NR, et al. Reduced corti-comotor excitability and motor skills development in children born preterm. J Physiology 2012; 590: 5827-5844.

Nevalainen P, Pihko E, Mäenpää H, Valanne L, Nummenmaa L, Lauronen L. Bilateral alterations in somatosensory cortical precessing in hemiplegic cerebral palsy. Developmental Med Child Neurol 2012; 54: 361-367.

Grecco LAC, Mendonça ME, Duarte NA, Zanon N, Fregni F, Oliveira CS. Transcranial direct current stimulation combined with treadmill gait training in delayed neuro-psychomotor development. J Phys Ther Schi 2014; 35: 2840-2848.

Bikson M, Grossman P, Thomas C et al. Safety of Transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016. Brain Stimul. 2016;9(5):641-61. Doi: 10.1016/j.brs.2016.06.004

Chen CY, Rich TL, Cassidy JM, Gillick BT. Corticospinal Excitability in Children with Congenital Hemiparesis. Brain Schi. 2016; 6(4).

Muskat M, Collange Grecco LA. Estimulação Cerebral não Invasiva nos transtornos do neurodesenvolvimento, 2017.

Tecklin JS. Fisioterapia pediátrica. 3 ed. São Paulo: Elsevier; 2002.

Grecco LAC, Duarte NdAC, Mendonça ME et al. Transcranial direct current stimulation during treadmill training in children with cerebral palsy: a randomized controlled double-blind clinical trial. Res Development Disabil 2014; 26: 945.

Duarte NdAC, Grecco LAC, Galli M, Gregni F, Oliveira CS. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. PLos One 214; 9(8)): e105777. Doi: 10.1371/jornal.pone.0105777. eCollection 2014.

Grecco LA, Oliveira CS, Duarte NA, Lima VL, Zanon N, Fregni F. Cerebellar transcranial direct current stimulation in children with ataxic cerebral palsy: A sham-controlled, crossover, pilot study. Dev Neurorehabil. 2016; 22:1-7.

Thibaut A, Chatelle C, Gosserires O, Laurey S, Bruno MA. Transcranial direct current stimulation: A new toll for neurostimulation. Ver. Neurol. 2013; 169(2): 108-20.
Young SJ, Bertucco M, Sanger TD. Cathodal transcranial direct current stimulation in children with dystonia: a sham-controlled study. I Child Neurol. 2014;29(2): 232-9. Doi 10.1177/0883073813492385.

Rotta NT. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. Pediatria , 2002; 78(Supl.1):S49-S54. [acesso em 26 mar 2012] Disponível em: www.scielo.br/pdf/jped/ v78s1/v78n7a08.pdf6

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua: Da aplicação clínica ao Desempenho Físico. Rafael A. Montenegro. Alexandre H. Okano. Sergio Machado. Flávia Porto. Jonas L. Gorgel. Paulo T. V. Farattini. 2013Out/Dez http://revista.hupe.uerj.br/detalhe_artigo.asp?id=441

Dinomais M, Lignon G, Chinier E, Richard I, Ter Minassian A, Tich Sn, Effect of observation of simple hand movement on brain activations in patients with unilateral cerebral palsy: na Fmri study. Res Dev Disabil, 2013; 34(6): 1928-37.

Kesar TM, Sawaki L, Burdette JH, Cabrera MN, Kolaski K, Smith BP, O'Shea TM, Koman LA, Wittenberg GF, Motor cortical functional geometry in cerebral palsy and its relationship to disability. Clin. Neurophydiol. 2012; 123(7):1383-90.

Mendonça ME, Fregni F. Neuromodilação com estimulação cerebral não invasiva: aplicação no acidente vascular encefálico, doença de Parkinson e dor crônica. in: ASSIS, R.D. Condutas práticas em fisioterapia neurológica, Manole , São Paulo , p.307-39, 2012.

Fregni F, Bodsio PS, Brunoni AR. Neuromodulação terapêutica: Princípios e avanços da estimulação cerebral não invasiva em neurologia, reabilitação, psiquiatria e neuropsicologia. Sarvier. São Paulo; 2012.

Wagner T. Fregni F, Fecteau S, Grodzinsky A, Zahn M, Pescual-Leone A. Transcranial direct current stimulation: A computer-based human model stuy. Neuroimage 2010; 35(3): 1113-24
Miranda PC, Lomarev M, Hallett M. Modeling the corrent distribution during transcranial direct current stimulation. Clin Neurophysiol 2010; 117(7):1623-9

Stagg JC, Bachtiar V, O'Shea J, Allman C, Bosnell RA, Kischka U, Mattheus PM, Johansen-Berg H. Cortical activation chances underlying stimulation induces behavioral gains in chronic stroke. Brain 2012; 135(1):276-84

Dinomais M, Lignon G, Chinier E, Richard I, Ter Minassian A, Tich SN. Effect observation of simple hand movement on brain activations in patiens with unilateral cerebral palsy: an fMRI study. Res Dev Disabil 2013; 34(6): 1928-37

Nevalainen P, Pihko E, Maenpaa H, Valanne L, Nummenmaa L, Lauronen L. Bilateral alterations in somatosensory cortical processing in hemiplegic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2012; 54(4):361-7;

Alex Carrer Borges Dias; Joyce Cristina Freitas; Cibelle Kayenne Martins Roberto Formiga; Fabiana Pavan Viana·Desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral participantes de tratamento multidisciplinar. Fisioter. Pesqui. vol.17 no.3 São Paulo July/Sept. 2010.

Jan Stephen Tecklin, Fisioterapia neuropediátrica. Vol. 5.

Mauro Muskat, Luana André Collange Grecco, Estimulação cerebral não invasiva. 2017