

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

NATÁLIA DE ALMEIDA CARVALHO DUARTE

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA SOBRE O EQUILÍBRIO E O
DESEMPENHO FUNCIONAL DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL:
ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO ALEATORIZADO E DUPLO CEGO**

São Paulo, SP

2015

NATÁLIA DE ALMEIDA CARVALHO DUARTE

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA SOBRE O EQUILÍBRIO E O
DESEMPENHO FUNCIONAL DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL:
ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO ALEATORIZADO E DUPLO CEGO**

Dissertação apresentada à
Universidade Nove de Julho, para
obtenção do título de Mestre em
Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa Dra. Cláudia Santos Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Fregni

São Paulo, SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Duarte, Natália de Almeida Carvalho.

Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha sobre o equilíbrio e o desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral: ensaio clínico controlado aleatorizado e duplo cego.

/ Natália de Almeida Carvalho Duarte. 2015.

104 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.

Orientador (a): Profa. Dra. Cláudia Santos Oliveira.

1. Criança. 2. Equilíbrio. 3. Paralisia cerebral.

I. Oliveira, Cláudia Santos.

II. Título

CDU 615.8

São Paulo, 26 de fevereiro de 2015.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): NATALIA DE ALMEIDA CARVALHO DUARTE

Título da Dissertação: "Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua associada a treino de marcha sobre o equilíbrio e o desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral: ensaio clínico controlado aleatorizado e duplo cego".

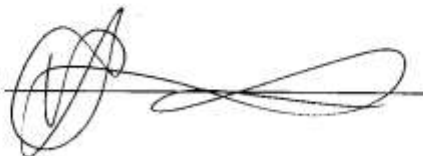
Presidente: PROFA. DRA. CLAUDIA SANTOS OLIVEIRA



Membro: PROFA. DRA. MANUELLA GALLI



Membro: PROF. DR. PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELI



DEDICATÓRIAS

Ao meu marido Léo,

Por ser meu maior incentivador... por estar ao meu lado em todos os momentos de cansaço, trabalho e principalmente nas madrugadas intermináveis na rodoviária. Obrigada pelo apoio, pelo amor incondicional e por entender minhas horas e horas em frente ao computador. Obrigada por cuidar de mim quando eu mais precisei e por ter me colocado de pé de novo. Essa conquista é nossa, você é o maior responsável por tudo isso. Minha força vem de você! Te amo!!!

Á minha família,

Meu Pai Fábio, Minha Mãe Margareth, Minhas irmãs Isabela, Marcela, Mariana, Gabriela e ás minhas sobrinhas Lívia e Laura

A minha vitória hoje é fruto de uma sementinha que foi plantada e cultivada lá atrás. Obrigada por não pouparem esforços para investir e acreditar nos meus sonhos. Obrigada por entenderem minha ausência ou falta de tempo por tantas vezes. Obrigada pelo apoio em todos momentos. Vocês são meu maior amor e orgulho! Amo vocês !!!

Á minha irmã Cé,

Obrigada por ser meu porto seguro e por estar ao meu lado nas horas mais difíceis e improváveis. Sempre me trazendo de volta o pé no chão e dando incentivo para seguir em frente.

Obrigada pelo cuidado nos tropeços que eu tive na vida. Obrigada por me salvar e me dar vida de volta. Te amo.

Á minha amada Amiga e Irmã Luanda,

Sou muito sortuda! Ganhei um anjo de presente do cara lá de cima .Obrigada por você existir! Obrigada por ser quem você é: humilde, caridosa e incondicional. Obrigada pelo apoio, por me guiar e servir de exemplo para mim.

Sua entrada na minha vida não foi a toa. Agradeço a Deus por ter você por perto em todos momentos, me dando suporte, valorizando e me mostrando que tudo vai ficar bem. Falar com você é sempre recarregar as baterias quando elas já pareciam arriadas.

Sou sua fã e você sabe que já é da família! Nossa parceria e companheirismo vão além do trabalho. São para vida! As portas da minha casa e minha vida estarão sempre abertas para você! Conte comigo sempre.

AGRADECIMENTOS

Á professora e orientadora Cláudia Santos Oliveira,

Nossos destinos foram traçados há muito tempo. Sou muito grata por ter me orientado no TCC e fico muito feliz que essa parceria tenha dado tão certo chegando ao Mestrado.

Obrigada pela paciência, pela compreensão e por se mostrar uma amiga em todos momentos.

Aos meu co Orientador, Felipe Fregni

Pelo apoio e suporte durante mestrado e o estágio em seu laboratório no exterior.

Aos meus colegas de laboratório,

Luanda, Hugo, Luiz. A caminhada até aqui teria sido bem mais difícil sem vocês ao meu lado. As idas para São Paulo e a pesquisa se tornaram muito mais prazerosas por causa de vocês..

Á Luanda, Leandro e Lucca

“A gratidão é a memória do coração”. Não tenho palavras para agradecer tudo que fizeram por mim. Obrigada eternamente. Saibam que aqui vocês têm uma amiga para a vida toda.

Aos Pacientes, Mães e Responsáveis,

Obrigada pela disponibilidade e boa vontade em participar do estudo. Vocês são os grandes protagonistas deste projeto.

Á FAPESP, Agradeço pelo auxílio financeiro com a bolsa de estudos durante o mestrado e também pelo auxílio durante estágio no exterior com bolsa BEPE (bolsa estágio pesquisa no exterior)

A ETE

Aos amigos, Alexandre, Padre Ramon, Padre Guy. Obrigada pelo apoio e incentivo em todos os momentos. O bom filho á casa torna e eu não demoro a voltar!

“To raise new questions, new possibilities, to regard old problems from a new angle, requires creative imagination”

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário, associada ao treino de marcha sobre o equilíbrio e desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral (PC). A amostra populacional que fez parte deste projeto foi composta de 24 crianças com PC entre cinco a dez anos de idade. As crianças foram alocadas randomicamente em dois grupos (Grupo 1: treino de marcha na esteira com estimulação transcraniana ativa; Grupo 2: treino de marcha na esteira com estimulação transcraniana placebo) e avaliadas em três momentos distintos (pré intervenção, logo após e um mês após o treino proposto). A avaliação foi constituída da quantificação do equilíbrio estático, do equilíbrio funcional (Escala de equilíbrio pediátrica) e do desempenho funcional (Inventário de avaliação pediátrica de disfunções). Os treinos foram realizados durante duas semanas consecutivas, com cinco sessões de treino por semana com duração de 20 minutos por sessão. A estimulação transcraniana foi realizada simultaneamente ao treino de marcha em esteira, em cada sessão durante vinte minutos, com uma intensidade de 1 mA. Os resultados foram analisados estatisticamente assumindo um nível de significância de 0,05 ($p < 0,05$). O grupo experimental apresentou melhores resultados quando comparado ao grupo controle em relação ao balanço anteroposterior (olhos abertos e olhos fechados), ao balanço mediolateral (olhos fechados) e na escala de equilíbrio pediátrica, uma semana e um mês após o término do protocolo. O treino de marcha em esteira associado com a estimulação anódica sobre o córtex motor primário causou melhoras no equilíbrio estático e funcional de crianças com paralisia cerebral.

Palavras-Chave: criança, equilíbrio, paralisia cerebral, estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)

ABSTRACT

The goal of this study was to Investigate the effects of transcranial direct current stimulation in the primary motor cortex, associated with gait training on balance and functional performance of children with cerebral palsy (CP). The sample population that was part of this project consisted of 24 children with CP between five and ten years old. Children were be randomly allocated into two groups (Group 1: gait training on the treadmill with transcranial stimulation activates, Group 2: gait training on the treadmill with transcranial stimulation placebo) and evaluated at three different times (pre-intervention, immediately after and one month after the proposed training). The evaluation consisted of the quantification of static balance, functional balance (Pediatric Balance Scale) and functional performance (Inventory assessment of pediatric disorders). The trainings was done for two consecutive weeks, with five training sessions per week, for 20 minutes per session. The transcranial stimulation and treadmill training was realized simultaneously, in each session during twenty minutes, with an intensity of 1 mA. The results were statistically analyzed assuming a significance level of 0.05 ($p < 0.05$). The experimental group exhibited better results in comparison to the control group with regard to anteroposterior sway (eyes open and closed; $p,0.05$), mediolateral sway (eyes closed; $p,0.05$) and the Pediatric Balance Scale both one week and one month after the completion of the protocol. Gait training on a treadmill combined with anodal stimulation of the primary motor cortex led to improvements in static balance and functional performance in children with cerebral palsy.

Keywords: child, balance, cerebral palsy, transcranial direct current stimulation (tDCS)

SUMARIO

1- Contextualização	17
1.1 Justificativa	24
1.2 Hipóteses.....	25
2 - Objetivos.....	27
2.1 Objetivo primário.....	27
2.2 Objetivos secundários.....	27
3 - Materiais E Método	29
3.1 Aspectos éticos.....	29
3.2 Cálculo da amostra.....	29
3.3 Desenho do estudo.....	30
3.4 Seleção e caracterização da amostra	31
3.5 Avaliação	32
3.6 Procedimentos.....	34
3.6.1 Estimulação transcraniana por corrente contínua.....	34
3.6.2 Protocolo de treino de marcha.....	36
3.6.3 Análise Estatística	37
4 - Resultados Finais	40
4.1 - Artigo 1	40
4.2 - ARTIGO 2.....	55
5 - Considerações Finais	75
6 - Referências.....	77
7 - ANEXOS.....	85
7.1 Anexo 1: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	85
7.2 Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	86
7.3 Anexo 3: Sistema de Classificação da Função Motora Grossa	89
7.4 Anexo 4: Escala de Equilíbrio Pediátrica – EEP.....	92
7.5 Anexo 5: Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções.....	95

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1: Cronograma das atividades durante o curso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do estudo segundo o CONSORT (Página 34)

Figura 2: Posicionamento dos eletrodos durante a estimulação transcraniana (Página 39)

Figura 3: Sessão de treino de marcha associada á estimulação transcraniana (Página 40)

.

LISTA DE ABREVIATURAS

BDNF: Fator Neurotrófico derivado do cérebro
CONSORT: Consolidated Standards of Reporting Trials
COP: Centro de pressão
EEB: Escala de equilíbrio de Berg
EEP: Escala de equilíbrio pediátrica
ETCC: Estimulação transcraniana por corrente contínua
FC: Frequência cardíaca
FR: Frequência respiratória
GMFCS: Sistema de classificação da função motora grossa
GPCs: Geradores de padrão central
IMC: Índice de massa corporal
LTP: Potenciação de longa duração
LTD: Depressão de longa duração
M1: Córtex motor primário
mA: Mili Amper
OA/OF: Olhos abertos/ olhos fechados
PA: Pressão arterial
PBS: Pediatric Balance Scale
PC: Paralisia cerebral
PEDI: Inventário de avaliação pediátrica de disfunções
ReBEC: Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
SatO2: Saturação de oxigênio
SPC: Suporte parcial de peso corporal
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences
TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido
tDCS: Transcranial Direct Current Stimulation

CONTEXTUALIZAÇÃO

1- Contextualização

Paralisia cerebral (PC) refere-se às desordens do desenvolvimento motor, advindas da lesão cerebral primária, são de caráter permanente e mutável, ocasionando alterações musculoesqueléticas secundárias e limitações nas atividades (Rosenbaum *et al.* 2007). Sabe-se que a principal alteração presente nas crianças com PC é o comprometimento motor, que ocasiona várias modificações decorrentes da encefalopatia, com consequentes alterações na biomecânica corporal. Além disso, a criança pode apresentar distúrbios intelectuais, sensitivos, visuais e auditivos que, somados às alterações motoras e restrições da tarefa e do ambiente repercutirão de diferentes formas no seu desempenho funcional (Palisano *et al.* 1997; Awaad *et al.* 2003; Kavcic & Vodusek, 2005).

A prevalência da PC varia entre 1,5 e 2,5 por 1000 nascidos vivos, com pouca ou nenhuma diferença entre as nações ocidentais, apesar da falta de dados referentes aos países latino-americanos (Paneth *et al.* 2006). No Brasil, existem poucos dados específicos em relação ao número de casos de PC (Hiratuka *et al.* 2010), no entanto, o censo de 2000 registrou 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, representando 14,5% da população brasileira, entre os quais 23% tinham deficiências motoras, incluindo indivíduos com PC (Ministério da Saúde, 2009).

As crianças com PC são classificadas de acordo com a sua independência funcional nas funções motoras grossas. Por meio do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (*Gross Motor Function Classification System -GMFCS*) (Palisano *et al.* 1997), a criança é classificada de acordo com a idade (0-2, 2-4, 4-6, e 6-12 anos) em cinco níveis funcionais. O objetivo do sistema é classificar a função motora grossa com ênfase nos movimentos do “sentar” e “andar” (Hiratuka *et al.* 2010). As crianças que têm problemas motores semelhantes aos classificados no nível I geralmente podem caminhar sem

restrições, mas tendem a ser limitadas em algumas das habilidades motoras mais avançadas. Crianças classificadas no nível V são geralmente muito limitadas na sua capacidade de mover-se mesmo com o uso de tecnologia assistiva (Hiratuka *et al.* 2010).

Na PC o dano cerebral pode promover uma cascata de alterações neurofisiológicas como a redução das células gliais, perda axonal e neuronal na substância branca e cinzenta cerebral, danos na germinação axonal, apoptose e perdas comparáveis em estruturas subcorticais (Burton *et al.* 2009; Inder *et al.* 1999; Kurz & Wilson 2011). A PC repercute em diminuição da ativação do sistema nervoso central durante a execução de movimentos (Shin *et al.* 2012). Sabe-se que em crianças a redução da excitabilidade cortical motora é associada com o pior desenvolvimento motor (Pitcher *et al.* 2012). Por meio de análises neurofisiológicas foi possível verificar que as alterações na excitabilidade cortical são globais em crianças com PC, mesmo quando a lesão é unilateral (Nevalainen *et al.* 2012), envolvendo a redução da ativação dos circuitos corticoespinais e somatosensoriais (Rose *et al.* 2011).

Além da redução da ativação destas vias encefálicas que causam um prejuízo nos padrões de respostas motoras, os danos resultam em prejuízos na informação que são transmitidas ao longo das vias talâmicas, essenciais para comunicação das informações sensoriais para o córtex. A diminuição da ativação do córtex somatosensorial pode fornecer uma base neurológica para a má consciência tátil, proprioceptiva e cinestésica observada em crianças com PC (Kurz & Wilson 2011). Desta forma, pode ser inferido que os padrões motores observados nas crianças com este diagnóstico é resultante de um complexo padrão de redução da atividade encefálica, com uma má consciência proprioceptiva e tátil, e com um padrão de resposta prejudicado pela alteração da excitabilidade cortical das vias corticoespinais.

Embora não exista uma cura para lesão encefálica na PC, as sequelas podem ser minimizadas por métodos de neuro-reabilitação (Dinormais *et al.* 2013). Estudos envolvendo ressonância magnética funcional em crianças com PC demonstram que os recursos de reabilitação são capazes de promover a

ativação do córtex motor primário (M1) (Dinomais *et al.* 2013). O M1 representa uma área encefálica importante, capaz de facilitar a reorganização cerebral. Por meio de uma melhor compreensão da relação entre a neuropatologia e a função clínica na PC, a intervenção pode ser individualizada de acordo com o substrato neurológico disponível para recuperação, e maximizar a eficácia da reabilitação (Kesar *et al.* 2012).

A melhora no desempenho durante a marcha é uma meta funcional importante na reabilitação das crianças com PC. Noventa por cento das crianças com PC apresentam comprometimento da marcha devido as alterações na excitabilidade cortical, à fraqueza muscular excessiva, alteração cinemática articular e a diminuição das reações posturais (Chagas *et al.* 2004). Os déficits no controle postural constituem uma importante limitação para o desenvolvimento motor de crianças com PC (Grecco *et al.* 2013; Miranda *et al.* 2006). A instabilidade postural leva a um comprometimento em atividades como sentado, em pé e andando. As quedas são apontadas pelos responsáveis como uma das principais queixas das crianças e fator limitante da independência funcional (Miranda *et al.* 2006).

Diversas abordagens vêm sendo utilizadas a fim de favorecer a ativação cortical, o controle motor seletivo, a coordenação da ação muscular na realização da marcha (Chagas *et al.* 2004; Silva *et al.* 2008). Entre as abordagens estudadas atualmente destaca-se o treino de marcha em esteira. O treino de marcha em esteira pode ser feito com ou sem suporte do peso corporal (SPC) e é destinado a fornecer treinamento de uma atividade específica, com envolvendo repetições das etapas da marcha (Mattern-Baxter, 2010). Facilita o aprendizado motor devido ao treino desta função, com resultante estimulação sensoriomotora e espinal. Os resultados demonstraram melhora na velocidade da marcha (Dodd *et al.* 2007; Smania *et al.* 2011; Grecco *et al.* 2013), no comprimento do passo (Cherng *et al.* 2007), na função motora grossa relacionada ao ortostatismo e a marcha (Richards *et al.* 1997; Cherng *et al.* 2007; Dodd *et al.* 2007; Verschuren *et al.* 2007; Willoughby *et al.* 2010; Smania

et al. 2011; Grecco *et al.* 2013), no desempenho funcional e no equilíbrio estático e funcional (Grecco *et al.* 2013). No estudo recente realizado por Grecco *et al.* (2013) foi observado que o treino de marcha em esteira sem SPC, realizado com velocidade determinada por meio de um teste ergométrico (em limiar aeróbico) resulta em efeitos superiores ao treino de marcha realizado no solo, na mobilidade funcional (teste de caminhada de seis minutos e *timed up and go*), na função motora grossa (andar, correr e pular), no equilíbrio funcional, no equilíbrio estático e no condicionamento cardiorrespiratório.

Sabemos que o controle postural adequado envolve uma rede de informações sensório-motoras. A integração de sistemas subcorticais, como os sistemas: vestibular, sensorial, visual são fundamentais para manutenção do equilíbrio, além disso, existe o controle cortical responsável pela manutenção da postura através do córtex sensório motor, área motora suplementar e córtex pré-motor (Morris *et al.* 2000).

Marchese *et al.* (2000) sugerem que a estimulação sensorial repetitiva pode favorecer a ativação de mecanismos importantes na facilitação do aprendizado motor. Desta maneira, o treino motor, como o treino de marcha em esteira ergométrica, favorece a retroalimentação proprioceptiva, gerando ajustes para um bom equilíbrio postural e uma boa execução dos movimentos durante a marcha (Klaus *et al.* 2000).

O treino motor pode ser associado à técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como por exemplo, a estimulação transcraniana por corrente contínua (*Transcranial direct current stimulation* - tDCS), com a finalidade de otimizar o resultado funcional, devido a potencialização das mudanças neuroplásticas (Stagg *et al.* 2012). A tDCS tem sido conhecida por induzir alterações duradouras de excitabilidade cortical tanto em animais como em humanos. É uma forma segura e barata de estimulação cerebral que envolve a administração de uma fraca corrente elétrica direta no couro cabeludo utilizando eletrodos de esponja umedecidos em soro fisiológico. Os efeitos da estimulação são obtidos pela movimentação dos elétrons devido às cargas elétricas existentes entre eles.

Os pólos dos eletrodos da estimulação desta corrente são o ânodo e o cátodo, sendo o ânodo pólo positivo e cátodo pólo negativo. O sentido da corrente elétrica, ou seja, o sentido dos elétrons flui do pólo positivo para o pólo negativo. Este fluxo irá gerar diferentes efeitos em tecidos biológicos. Durante a aplicação da tDCS, a corrente elétrica flui dos eletrodos e penetram o crânio atingindo o córtex. Embora ocorra dissipação da maior parte de corrente entre os tecidos acima do córtex, uma quantidade suficiente de corrente (aproximadamente 20%) chega a estruturas corticais modificando o potencial de membrana das células ali localizadas (Miranda *et al.* 2006; Wagner *et al.* 2007).

A modulação cortical é dependente da polaridade da corrente aplicada. A tDCS permite dois tipos de estimulação: a corrente anódica que facilita a excitabilidade cortical, favorecendo a despolarização da membrana neuronal, ou a corrente catódica, onde o estímulo surte efeito inibitório por hiperpolarização da membrana neuronal (Aurichayapat *et al.* 2011; Thibaut *et al.* 2013). Um dos principais mecanismos de ação da tDCS está baseado na inibição ou ativação dos receptores *N*-metil- D -aspartato (NMDA) voltagem dependente. A estimulação anódica aumenta a taxa de disparos, impulsionando a despolarização da membrana pós-sináptica levando a um aumento dos níveis intracelular de cálcio. Para a estimulação catódica os efeitos podem basear-se em uma hiperpolarização do potencial de membrana, o que leva à depressão da força sináptica (Liebetanz *et al.* 2002). Outros mecanismos aceitos abrangem a regulação de uma variedade de neurotransmissores como a dopamina, acetilcolina e serotonina (Kuo *et al.* 2008; Monte-Silva *et al.* 2009; Nitsche *et al.* 2002), e também afetam diversos canais da membrana neuronal, tais como os de sódio e de cálcio. Além disso, a tDCS anódica é também influenciada pela neurotransmissão GABAérgica via interneurônios (Nitsche *et al.* 2004).

Os efeitos neurofisiológicos após a aplicação da tDCS são decorrentes de modificações persistentes da eficácia sináptica. Esta técnica de estimulação pode potencializar o potencial de longa duração (LTP) ou resultar em uma depressão de longa duração (LTD) (Liebetanz *et al.* 2002). Estudos em modelos

animais que investigaram cortes imunohistoquímicos do córtex motor primário (M1) evidenciaram que a tDCS induz o LTP, dependente de NMDA e requer a ativação do receptor dependente de atividade do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF). A ativação do BDNF dependia da polaridade aplicada. Não houve variação significativa do nível de BDNF nos cortes por estimulação anódica, mas observou-se uma redução significativa após a estimulação catódica (Fritsch *et al.* 2010). Ensaios clínicos sugerem que a tDCS não só pode induzir o LTP e o BDNF, mas também modulá-los e interferir com a aprendizagem e memória (Reis *et al.* 2008; Antal *et al.* 2008). Especificamente, o aumento da expressão do BDNF está associado ao aprendizado motor, secundário ao uso da estimulação anódica sobre o M1 (Fritsch *et al.*, 2010).

A tDCS apresenta vantagens sobre outras técnicas de estimulação transcraniana, pois fornece efeito modulatório da função cortical com maior duração, sendo de fácil aplicação, com menor custo. Os resultados de pesquisas clínicas demonstram seu grande potencial no tratamento de acometimentos neurológicos e na investigação de processos de modulação da excitabilidade cortical (Mendonça & Fregni, 2012). Além disso, este tipo de intervenção promove uma condição melhor de estimulação placebo dando especificidade maior aos resultados de uma pesquisa. (Fregni *et al.* 2006; Fregni *et al.* 2012; Mendonça & Fregni, 2012).

No processo de reabilitação, as técnicas de neuromodulação têm como objetivo promover um aumento da eficácia sináptica local, alterando o padrão de plasticidade mal-adaptativa que surge após uma lesão cortical. Um grande benefício da utilização da técnica de tDCS 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 excitabilidade disfuncional para que a terapia física modele, com ativação de redes neurais específicas a atividade e o padrão funcional de atividade cortical (Mendonça & Fregni, 2012).

Estes resultados incentivam o uso da tDCS sobre regiões motoras e pré-motoras dos membros inferiores para melhorar o controle locomotor em pacientes com lesões neurológicas e consequentes transtornos na marcha (Kashi *et al.* 2012). No estudo de Kashi *et al.* (2012) foi observado que a estimulação anódica por tDCS induz mudanças na excitabilidade do córtex motor referente aos membros inferiores, melhorando a marcha. Estudos envolvendo o uso da tDCS no M1 de indivíduos com sequelas de acidente vascular encefálico demonstraram melhora na função de membros superiores (movimentação ativa de punho e dedos e movimento de pinça), na velocidade do movimento, na função motora, equilíbrio, na movimentação ativa de tornozelo e no padrão de marcha (Madhavan *et al.*, 2011).

Embora a PC represente uma das doenças mais incidentes na população pediátrica, existe um número restrito de estudos que analisaram os efeitos da estimulação transcraniana em crianças com esta doença, por se tratar de uma técnica nova na literatura. Os achados encontrados na literatura referem-se ao uso da estimulação magnética transcraniana como método para analisar o potencial evocado (Garvey & Mall, 2008; Vry *et al.* 2008; Nezu *et al.* 1999), e mapa cortical (Kesar *et al.* 2012), como recurso para redução da espasticidade de crianças com PC (Valle *et al.* 2007; Aree-uea *et al.* 2014; Kesar *et al.* 2012) e melhora da função motora de membros superiores (Gillick *et al.* 2014).

Embora demonstre ser um técnica promissora para otimizar os resultados da reabilitação motora de crianças com PC, existe a eminente necessidade da adaptação dos parâmetros da estimulação, apenas bem conhecidos em adultos. Revisões da literatura demonstram que é uma técnica segura para o uso em crianças, com mínimos efeitos adversos, normalmente associados a percepção da corrente na região abaixo dos eletrodos (Chung & Lo, 2014; Krishnan *et al.* 2015). Estudos recentes envolvendo estimativas dos efeitos físicos da tDCS por meio de modelagem computacional demonstraram que é uma técnica segura para ser usada em crianças e adolescentes, mas que necessita de adaptação da corrente, considerando que o crânio da criança apresenta características

diferentes dos adultos. Desta forma, os estudos sugerem a necessidade de diminuir a intensidade da corrente para o tratamento de crianças de 2mA para 0,7 a 1 mA (Minhas *et al.* 2012; Gillick *et al.* 2014a; Gillick *et al.* 2014b).

1.1 Justificativa

O projeto envolve duas técnicas de intervenção (treino de marcha em esteira e a tDCS) que podem ser aplicadas com segurança em crianças com PC. Podemos considerar que na PC o comprometimento motor ocorre em decorrência da associação entre a lesão encefálica e o padrão de plasticidade mal-adaptativa que surge após uma lesão cortical. As terapias físicas visam por meio da aplicação de treinos funcionais e múltiplos estímulos sensoriais, promover um aprendizado motor. No entanto, o aprendizado motor é dependente de uma alteração da excitabilidade cortical, com diminuição da inibição cortical após a lesão. A estimulação aparece, nesse contexto, como uma forma de modular a atividade cortical abrindo passagem para o aumento e prolongamento do ganho funcional promovido pelas terapias físicas (Mendonça & Fregni, 2012).

Antes do desenvolvimento deste projeto de pesquisa (fase II) não haviam estudos sobre os efeitos da tDCS anódica sobre o equilíbrio de crianças com PC. Uma vez confirmada a hipótese que a estimulação anódica sobre M1, área responsável pelo controle voluntário do movimento e normalmente lesionada nos casos de PC, é capaz de potencializar os efeitos do treino de marcha, os achados deste projeto de pesquisa poderão ser usados como base científica para o desenvolvimento de novos estudos testando diferentes montagens de estimulação e métodos de reabilitação, assim como para estudos de fase III com populações maiores testando os efeitos clínicos desta intervenção.

1.2 Hipóteses

1.2.1 Hipótese nula: Dez sessões da associação da estimulação transcraniana por corrente contínua ao treino de marcha na esteira terão os mesmos efeitos que o treino de marcha isolado, para melhora do equilíbrio estático e funcional de crianças com PC, níveis I, II e III do GMFCS e com idade entre cinco e dez anos.

1.2.2 Hipótese alternativa: Dez sessões da associação da estimulação transcraniana por corrente contínua ao treino de marcha na esteira terão efeitos diferentes do treino de marcha isolado, para melhora do equilíbrio estático e funcional de crianças com PC, níveis I, II e III do GMFCS e com idade entre cinco e dez anos.

OBJETIVOS

2 - Objetivos

2.1 Objetivo primário

Realizar uma análise comparativa entre os efeitos do treino de marcha em esteira ergométrica associado com a estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário, ativa e placebo, sobre o equilíbrio estático e funcional de crianças com paralisia cerebral.

2.2 Objetivos secundários

- Realizar uma análise comparativa entre os efeitos do treino de marcha em esteira ergométrica associado com a estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário, ativa e placebo, sobre o desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral.
- Verificar se a estimulação anódica do córtex motor primário dominante potencializa os efeitos do treino motor ou corrobora com a manutenção destes após a sua interrupção.
- Verificar se existe correlação significativa entre a Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP) e as áreas de mobilidade e autocuidado do Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções (PEDI).

MATERIAIS E MÉTODO

3 - Materiais E Método

3.1 Aspectos éticos

O presente estudo obedece às Diretrizes e Normas Regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, formuladas pelo Conselho Nacional de Saúde, Ministério da Saúde, estabelecidas em outubro de 1996, no Brasil.

O projeto de pesquisa representa parte de um estudo amplo e fatorial que foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil, sob o protocolo 69803/2012 (ANEXO 1) e foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o número do protocolo RBR-9B5DH7. Todos os responsáveis concordaram com a participação da criança, por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde declararam ter ciência de que o procedimento ao qual vão submeter seus filhos é voluntário, gratuito e experimental (ANEXO 2).

Ficou esclarecido que o participante teria acesso a todas as informações e poderiam desistir da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo ou dano, se assim o desejasse. Além disso, foi garantido sigilo absoluto na identificação dos indivíduos, baseado nos princípios éticos de confidencialidade e privacidade. Os procedimentos de intervenção placebo foram realizados sempre associados a um tratamento ativo, o que tornou o seu uso de menor impacto ao paciente. Além disso, os pacientes foram informados da utilização deste procedimento antes do início da pesquisa.

3.2 Cálculo da amostra

O cálculo da amostra foi realizado por meio do programa estatístico STATA 11, tendo como base a pesquisa de Grecco *et al.* (2012), *Effect of treadmill training without partial weight support on functionality in children with cerebral palsy: Randomized controlled clinical trial*. Para o cálculo foi considerada a Escala de Equilíbrio de Berg, que foi traduzida e adaptada para a cultura e

população brasileira sendo denominada escala de equilíbrio pediátrica (EEP). Esta escala foi selecionada como desfecho primário da pesquisa por apresentar validade e confiabilidade comprovadas na literatura, como instrumento de avaliação do equilíbrio funcional de crianças com PC. Baseando-se nas médias do grupo experimental de 46.7, com desvio padrão de 7.6 e do grupo controle de 34.9, com desvio padrão de 6.8, para um alfa bidirecional 0.05 e um poder de 80% foram necessárias 10 crianças por grupo. A amostra foi ampliada em 20% a fim de evitar efeitos de possíveis perdas finalizando com um número de 12 crianças em cada grupo, totalizando um número de 24 participantes.

3.3 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de fase II do tipo ensaio clínico, longitudinal, prospectivo, pareado, analítico, controlado aleatorizado e duplo cego (Figura 1).



Figura 1: Fluxograma do estudo segundo o Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT).

Legenda: tDCS: estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário.

As crianças que se enquadraram nos critérios de elegibilidade e que os responsáveis aceitaram participar do estudo foram alocadas de forma aleatória em um dos dois grupos do estudo, por um método de aleatorização em blocos. Seguem os grupos:

- Grupo 1: treino de marcha na esteira com tDCS ativa;
- Grupo 2: treino de marcha na esteira com tDCS placebo.

A aleatorização foi em blocos e estratificada de acordo com os níveis do GMFCS (níveis I-II ou nível III) (ANEXO 3). Para cada estrato, a sequência de alocação foi gerada com as atribuições lacradas em envelopes opacos numerados sequencialmente. Após a avaliação pré-intervenção, o participante foi alocado em um grupo abrindo um envelope. Este processo foi feito por um membro da equipe que não estava envolvido no processo de recrutamento ou desenvolvimento da pesquisa.

3.4 Seleção e caracterização da amostra

A população foi composta por crianças diagnosticadas com PC. As crianças foram recrutadas a partir das clínicas de fisioterapia da UNINOVE e do Centro de Neurocirurgia Pediátrica (CENEPE), São Paulo, Brasil. Cartas e e-mails foram enviados para médicos pediatras, fisiatras e neuropediatras para divulgação do estudo. Os critérios de inclusão foram crianças que: a) possuíssem diagnóstico de PC do tipo espástica; b) classificadas funcionalmente como níveis I, II ou III pelo GMFCS (Palisano *et al.*1997); c) possuíssem marcha independente no mínimo há 12 meses; e) idade entre cinco e dez anos de vida; f) possuíssem graus de compreensão e colaboração compatíveis com a realização das atividades propostas; g) os responsáveis concordassem com a sua participação no estudo por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram excluídas crianças que: a) tivessem sido submetidas a procedimentos cirúrgicos ou a bloqueios neurolíticos nos últimos 12 meses antes do início das sessões de treinamento; b) apresentassem deformidades

ortopédicas estruturadas com indicações cirúrgicas; c) portadoras de epilepsia; d) possuísem implante metálico no encéfalo ou aparelhos auditivos.

3.5 Avaliação

O processo de avaliação (pré-intervenção, pós-intervenção e um mês após o término dos protocolos de intervenção) foi realizado em um único dia. O avaliador foi cego com relação aos objetivos do estudo, não fazendo parte dos profissionais responsáveis pelos protocolos de intervenção. Inicialmente, a ficha de identificação foi preenchida e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e índice de massa corporal). A ordem das avaliações foi determinada por meio de sorteio.

A seguir a descrição dos procedimentos da avaliação:

Escala de Equilíbrio de Pediátrica (EEP): Trata-se de uma escala traduzida e adaptada pra cultura e população brasileira, semelhante á escala de equilíbrio de Berg. Esta consiste em 14 tarefas semelhantes às várias atividades de vida diária. Os itens são pontuados em uma escala ordinal de cinco pontos (0, 1, 2, 3 ou 4), sendo zero referente a incapacidade de exercer atividades sem auxílio e quatro a habilidade em realizar tarefas com independência. A pontuação máxima é 56 pontos. Os pontos são baseados no tempo em que uma posição pode ser mantida, na distância em que o membro superior é capaz de alcançar a frente do corpo e no tempo para completar a tarefa. (ANEXO 4) (Ries *et al.* 2012).

Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções (PEDI): O desempenho funcional da criança foi avaliado de forma quantitativa por meio do PEDI. O PEDI é um questionário aplicado no formato de entrevista estruturada com um dos cuidadores da criança, que possa informar sobre seu desempenho em atividades e tarefas típicas da rotina diária. O teste é composto de três partes: a primeira avalia habilidades de repertório da criança agrupadas segundo três áreas funcionais: autocuidado (73 itens), mobilidade (59 itens) e função social

(65 itens). Cada item dessa parte é pontuado com escore 0 (zero) se a criança não é capaz de desempenhar a atividade, ou 1 (um), se a atividade fizer parte de seu repertório de habilidades. Os escores obtidos são somados por área (ANEXO 5) (Feldman *et al.*1990; Haley *et al.*1991).

Avaliação estabilométrica: Para avaliação do equilíbrio estático foi utilizada a plataforma de força, marca Kistler modelo 9286BA, a qual permite uma análise estabilométrica por meio do registro da oscilação do centro de pressão (COP). A frequência de aquisição foi de 50 Hz captados por 4 sensores piezoelétricos posicionados nas extremidades da plataforma cuja as dimensões são de 400/600mm. Os dados referentes aos 30 segundos foram registrados e exportados pelo o *software* SWAY, desenvolvido pela *BTS Engineering*, utilizando um filtro passa baixa Butterworth, com corte de frequência a 10Hz. Após exportação dos dados para o excel, estes foram normalizados quanto à altura dos participantes. Para avaliação a criança foi orientada a permanecer em posição ortostática sobre a plataforma durante 30 segundos, descalça ou usando a órtese habitual caso necessário, braços ao longo do corpo, olhar fixo em um ponto marcado a um metro de distância na altura do ponto glabelar de cada criança, com base irrestrita dos pés e alinhamento dos calcanhares. Oito crianças necessitavam de um recurso auxiliar e foram orientadas a utilizar a órtese (em todos casos fixa) com o calçado de uso diário e posicionar o recurso auxiliar de marcha fora das dimensões da plataforma. As outras crianças não necessitaram de suporte e realizaram as avaliações descalças. Esta avaliação teve o objetivo de avaliar o equilíbrio baseado na funcionalidade diária da criança. Foi realizada uma coleta de cada avaliação em duas condições: olhos abertos e olhos fechados, com duração de 30 segundos cada. O deslocamento do centro de pressão, nos eixos X (ântero-posterior) e Y (médio-lateral), foi coletado nas mesmas condições (Nobre *et al.*, 2010). Todas as crianças mantiveram suas atividades terapêuticas normais durante a realização do estudo.

Teste ergométrico: Para este estudo foi utilizado um teste de esforço cardiopulmonar limitado por sintomas, realizado segundo Grecco *et al.* (2013), em uma esteira elétrica (*Inbramed Mileniun ATL*), com protocolo de rampa, com velocidade crescente, inicialmente de 0,5 km/h, aumentando-se a velocidade de 0,5 km/h a cada um minuto. A cada estágio do teste as crianças foram questionadas quanto à dispnéia e dor nos membros inferiores (Escala de percepção de esforço de Borg CR10) (Borg, 1982) e foram mensuradas as seguintes variáveis fisiológicas: (1) pressão arterial (esfigmomanômetro portátil e estetoscópio da marca *Diasist*); (2) traçado eletrocardiográfico (monitor da marca *Ecafix*); (3) frequência cardíaca (cardiofrequencímetro *Polar Electro Oy*); (4) saturação de oxigênio (oxímetro portátil *Nonin 8500^a*).

Entre a aplicação de cada instrumento foi respeitado um período de repouso e as crianças puderam interromper a avaliação a qualquer momento para descansar. Após um período mínimo inicial de 20 minutos de repouso foram mensuradas as frequências cardíaca e respiratória. O tempo entre as aplicações dos instrumentos de avaliação foi o suficiente para que estas variáveis retornassem para o valor de repouso. Desta forma asseguramos que o período de repouso foi suficiente para não comprometer o desempenho da criança.

3.6 Procedimentos

3.6.1 Estimulação transcraniana por corrente contínua

A tDCS foi realizada durante as sessões de intervenção, ou seja, 10 sessões de tDCS durante 2 semanas consecutivas, sendo 5 sessões semanais, pois pode atuar como um método facilitador de mudanças comportamentais por meio da criação de uma rede neural favorável ao ambiente. A estimulação transcraniana foi aplicada com um aparelho tDCS (*Soterix Medical Inc., USA*), por meio de dois eletrodos-esponja de superfície (não-metálicos) de 5-5 cm², umedecidos em solução salina. As crianças foram distribuídas aleatoriamente

em dois tipos de tratamento: 1) Estimulação anódica no córtex motor primário; e 2) Estimulação transcraniana placebo.

O eletrodo ânodo foi posicionado na região do hemisfério cerebral dominante sobre C3, seguindo o sistema internacional 10-20 de eletroencefalograma, correspondente ao córtex motor primário (Homan et al, 1987) e o eletrodo cátodo na região supra-orbital contralateral ao ânodo (Figura 2). Na estimulação placebo todos os procedimentos de colocação dos eletrodos foram realizados, o estimulador foi ligado durante 30 segundos. Desta forma, as crianças tiveram a sensação inicial do procedimento, mas não receberam nenhuma estimulação no tempo restante. Este procedimento é uma forma válida de controle em estudos de estimulação transcraniana por corrente contínua (Fregni *et al.*, 2006).

Uma corrente de 1mA foi aplicada no córtex motor primário das crianças durante vinte minutos simultaneamente ao treino de marcha. O aparelho que foi utilizado para estimulação transcraniana possui um botão que permite que o operador controle a intensidade da corrente. A estimulação foi elevada até 1mA e diminuída gradualmente no período final de dez segundos.



Figura 2: Posicionamento dos eletrodos (Acervo Pessoal)

3.6.2 Protocolo de treino de marcha

O protocolo de treino adotado neste estudo foi constituído de cinco sessões semanais, com duração de 20 minutos por sessão, por um período de duas semanas consecutivas. Durante o treino, independente do grupo em que foi alocada, as crianças que necessitavam do uso de órtese juntamente do calçado a mantiveram durante o treino, devidamente colocada pelo fisioterapeuta. As outras crianças realizaram o treino somente com o calçado. A frequência cardíaca foi monitorada durante todas as sessões, para garantir que não houvesse sobrecarga no sistema cardiovascular.

Treino de marcha na esteira: Realizado em uma esteira elétrica *Inbramed* modelo *Millenium ATL* (RS, Brasil). Duas sessões de treino de marcha na esteira foram realizadas previamente ao início do protocolo para reconhecimento da esteira. Durante estas sessões a criança não recebeu tDCS e a velocidade da esteira foi gradualmente elevada de acordo com a tolerância da criança (Figura 3). A velocidade do treino de marcha foi estabelecida de acordo com o teste ergométrico, realizado segundo Grecco *et al.* (2013), respeitando durante as sessões 80% da velocidade máxima atingida durante o teste ergométrico, sendo que os 30 segundos iniciais e finais eram realizados com 60% da velocidade máxima atingida durante o teste ergométrico. As crianças foram acompanhadas durante as sessões por um fisioterapeuta que realizava comandos verbais e auxílio na realização das etapas da marcha a fim de diminuir possíveis compensações quando necessário, para que o paciente compreendesse o movimento ideal a ser realizado.



Figura 3: Sessão de treino de marcha associada á estimulação transcraniana

O número de sessões frequentadas, velocidade máxima do treino na esteira, tempo de treino de marcha e distância percorrida em cada sessão foram registradas na ficha de acompanhamento, pelo fisioterapeuta responsável cego aos objetivos do estudo. Também foram registrados quaisquer problemas ou lesões que pudessem ter ocorrido durante o treino. Não houve problemas registrados em relação à mudança do posicionamento dos eletrodos durante os treinos. Todos os participantes foram orientados a manter suas atividades diárias e os participantes que estivessem enquadrados na fisioterapia, a manter as sessões semanais.

3.6.3 Análise Estatística

Os dados foram inicialmente analisados quanto à aderência à curva de Gauss, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis se apresentaram paramétricas e foram expressas em média. No Artigo 1, para análise dos efeitos obtidos foi utilizado o teste One way ANOVA. Para analisar a correlação entre a EEP e o PEDI foi usado o teste de correlação de Pearson. No Artigo 2, ANOVA de medidas repetidas foi usada para análise intra-grupo e One-way ANOVA foi usada para análise inter-grupos. O tamanho do efeito da intervenção foi

calculado considerando a diferença dos resultados pré-intervenção e pós-intervenção. O efeito foi apresentado através de média e intervalo de confiança de 95%. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significantes. Os dados foram organizados e tabulados utilizando-se o programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) v.19.0.

RESULTADOS FINAIS

4 - Resultados Finais

4.1 - Artigo 1

Duarte, NAC¹; Grecco LAC²; Franco, RC¹, Zanon, N²; Fregni, F³; Oliveira, CS⁴. Correlation between pediatric balance scale and functional test of children with cerebral palsy. **Artigo publicado na:** Journal of Physical Therapy Science. 2014 Jun; 26(6): 849-53. doi: 10.1589/jpts.26.849.

¹ Student of the Master Program in Rehabilitation Sciences of Universidade Nove de Julho, São Paulo, São Paulo, Brasil. e-mail: natycarvalho_fisio@hotmail.com, luandacollange@hotmail.com, renatacalhes@uninove.br.

² Center of Pediatric Neurosurgery – CENEPE. São Paulo, São Paulo, Brasil. e-mail: nelcizanon@terra.com.br.

³Laboratory of Neuromodulation & Center of Clinical Research Learning, Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Spaulding Rehabilitation Hospital and Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA. Email:

⁴Teacher in Master and Doctorate in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil. e-mail: csantos@uninove.br.

The authors declares no conflict of interest

Grant support: We gratefully acknowledge the financial support from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP – 2012/24019-0)

Corresponding Author: Natália de Almeida Carvalho Duarte.

Mailing Adress: Rua Sebastião Henriques, 448. Vila Siqueira. CEP: 02723-050. São Paulo, Brasil.
E-mail: natycarvalho_fisio@hotmail.com

CORRELATION BETWEEN PEDIATRIC BALANCE SCALE AND FUNCTIONAL TEST IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

Purpose: To investigate the correlation of functional balance with the functional performance of children with cerebral palsy. **Subjects and Methods:** This was a cross-sectional study of children with cerebral palsy with mild to moderate impairment. The children were divided into 3 groups based on motor impairment. The evaluation consisted of the administration of the Pediatric Balance Scale (PBS) and the Pediatric Evaluation Disability Inventory. Correlations between the instruments were determined by calculating Pearson's correlation coefficients. **Results:** In Group 1, a strong positive correlation was found between the PBS and the mobility dimension of the Pediatric Evaluation Disability Inventory ($r=0.82$), and a moderate correlation was found between the PBS and self-care dimension of the Pediatric Evaluation Disability Inventory ($r=0.51$). In Group 2, moderate correlations were found between the PBS and both the self-care dimension ($r=0.57$) and mobility dimension ($r=0.41$) of the Pediatric Evaluation Disability Inventory. In Group 3, the PBS was weakly correlated with the self-care dimension ($r=0.11$) and moderately correlated with the mobility dimension ($r=0.55$). **Conclusion:** The PBS proved to be a good auxiliary tool for the evaluation of functional performance with regard to mobility, but cannot be considered a predictor of function in children with cerebral palsy.

Keywords: cerebral palsy, children, postural balance.

198 words.

Introduction

Cerebral palsy (CP) refers to permanent, mutable motor development disorders stemming from a primary brain lesion, leading to secondary musculoskeletal alterations, and limitation of activities of daily living¹⁾. Motor impairment is the main manifestation in children with CP, and it has consequent effects on the biomechanics of the body²⁾. Children with CP exhibit impaired muscle coordination, difficulties in organization of sensory information and functional limitations³⁾.

Postural control is fundamental to efficient, effective functional performance in all activities of daily living⁴⁾. This complex process depends on the interaction of the visual, vestibular and peripheral systems, commands of the central nervous system and neuromuscular responses⁵⁾. Deficits in postural control due to motor impairment have been identified as one of the main limitations in the development of children with CP⁶⁾. Abnormal movements and posture of children with CP are the consequences of limitations stemming from the disease, which directly affect overall neuromuscular development and the postural control mechanism⁷⁾.

A number of studies in the scientific literature propose combining the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) and the Gross Motor Function Classification System (GMFCS)²⁾ for the classification of CP with regard to function⁸⁾. The GMFCS allows grouping of individuals based on the severity of motor impairment. The PEDI allows the assessment of skills and functional performance in typical tasks and activities of daily living⁹⁾, and it is administered in the form of a structured interview with one of the child's caregivers. The first part of the questionnaire evaluates the skills in the child's repertoire grouped into three functional categories: self-care, mobility and social function. In the present study, only the self-care and mobility dimensions were considered to determine

the importance of functional balance in the performance of activities of daily living.

Due to the lack of specific scales, assessment tools for the clinical evaluation of postural control in elderly individuals are often also applied to the pediatric population¹⁰⁻¹¹). The Berg Balance Scale was developed for the analysis of balance of elderly individuals¹²⁻¹³) and was translated into Portuguese by Miyamoto et al.¹⁴). This scale has been widely used for the assessment of balance of adult and child populations. However, a pilot study involving children found that the Berg Balance Scale demonstrated contestable reliability in a child population¹⁵). Thus, changes were made to the 14 items of the scale to adapt it to the pediatric population and a specific scale was developed – the Pediatric Balance Scale (PBS).

The PBS was developed in the United States and has 14 items that assess daily functional activities of children aged 5 to 15 years with mild to moderate motor impairment. This scale has demonstrated reliability and ease of application¹⁵). The PBS was used to detect successive changes in the functional balance of six children with CP with mild to moderate impairment in evaluations performed at four-month intervals over a three-year period¹⁶). The adaptation of the scale consisted of changes to the order of the application of the tests, the time for maintaining static positions, the instructions and the equipment used. Ries et al.¹⁷) published a study in which the PBS was adapted and validated for use with Brazilian pediatric populations. The cross-cultural adaptation process involved four translators and 33 healthcare professionals. Intra-examiner reliability was demonstrated through the administration of the scale for five volunteers with CP on three different occasions. The PBS has demonstrated reliability for use with Brazilian children with a diagnosis of CP classified as Levels I and II on the GMFCS.

As the PBS and PEDI are important tools for the evaluation of function of children, the primary aim of the present study was to determine whether there was a correlation between functional balance (PBS) and functional performance

(PEDI) in a sample of children with CP at a physical therapy teaching clinic. The secondary aim was to determine differences in functional balance and functional performance (self-care and mobility dimensions) in children classified as Levels I, II and III on the GMFCS. The hypothesis to be tested was that different results would be found among children classified on different GMFCS levels.

SUBJECTS AND METHODS

The present study complied with the principles of the Declaration of Helsinki and the Regulating Norms and Guidelines for Research Involving Human Subjects formulated by the Brazilian National Health Council, Ministry of Health, established in October 1996. The study received approval from the ethics committee of the *Universidade Nove de Julho* (Sao Paulo, Brazil) under protocol number 409972\2011. All parents/guardians agreed to the participation of the children by signing a statement of informed consent.

An observational, cross-sectional study was carried out involving 30 male and female children aged four to 10 years with a diagnosis of spastic CP. The participants were recruited from the physical therapy clinics of Nove de Julho University in São Paulo, Brazil. Convenience sampling was performed and the initial sample was made up of 53 children with a diagnosis of CP, 30 of whom were selected based on the following eligibility criteria: a diagnosis of spastic CP; a functional classification of Levels I, II or III on the GMFCS²⁾ an age between 4 and 12 years; and agreement from a parent/guardian to the child's participation received through a signed statement of informed consent. The exclusion criteria were a) incompatible degree of comprehension and cooperation for performance of the activities proposed, and b) orthopedic deformities with indication for surgery.

The sample was divided into three groups based on the GMFCS²: Group 1 – children classified as Level I; Group 2 – children classified as Level II; and Group 3 – children classified as Level III. The participants were evaluated using the following functional test and scale.

Pediatric Balance Scale (PBS): Functional balance was assessed using the PBS, which consists of 14 tasks similar to activities of daily living. The items are scored on a five-point scale (0, 1, 2, 3 or 4), with zero denoting an inability to perform the activity without assistance and four denoting the ability to perform the task with complete independence. The score is based on the time for which a position can be maintained, the distance to which the upper limb is capable of reaching in front of the body, and the time needed to complete the task. The maximum score is 56 points. The test is performed with the child clothed and making use of his/her habitual brace and/or gait-assistance device^{4),13)}.

Pediatric Evaluation Disability Inventory: The PEDI quantitatively measures functional performance. This questionnaire was administered in interview form to one of the child's caregivers who was knowledgeable about the performance of the child in typical activities and tasks of daily routine. The first part of the questionnaire was used. This assesses skills in the child's repertoire grouped into three functional categories: self-care (73 items), mobility (59 items) and social function (65 items). An item is scored 0 (zero) when the child is unable to perform the activity or 1 (one) when the activity is part of the child's repertoire of skills. The scores are totaled per category¹⁸⁻²⁰⁾.

Each participant was evaluated on two non-consecutive days by previously trained physiotherapists blinded to the objectives of the study. The children were first classified based on the GMFCS²⁾ and topographic impairment. Anthropometric characteristics (height, body mass and body mass index) were then determined. The order of the administration of the assessment tools was determined randomly by lots. During all evaluations, the children were clothed and made use of their habitual ankle-foot orthoses, walkers or crutches, since the aim of the study was to obtain results similar to normal daily performance.

Children classified as Level III were evaluated using their gait-assistance device. The children could interrupt the evaluation at any time due to fatigue or discomfort.

The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine whether the data adhered to the Gaussian curve. A normal distribution was demonstrated, the data were expressed as mean and standard deviation. Pearson's correlation coefficient (r) was used to determine correlations between the PBS and PEDI. One-way ANOVA was used for the comparison of means of the results among the different groups. A p -value < 0.05 was considered statistically significant. The data were organized and tabulated using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v.19.0).

Results

Thirty children (18 boys and 12 girls) participated in the present study. Each group was made up of 10 children. Group 1 was made up of two children with diparesis and eight with hemiparesis. Group 2 was made up of nine children with diparesis and one with hemiparesis. Group 3 was entirely made up of ten children with diparesis and used forearm crutches as a gait-assistance device. Table 1 displays the anthropometric data for the sample.

Table 1: Anthropometric data of sample (mean \pm standard deviation)

	Group 1	Group 2	Group 3
	GMFCS I	GMFCS II	GMFCS III
Age (years)	8.5 \pm 0.7	8.4 \pm 0.7	7.9 \pm 1.4
Body mass (kg)	27.4 \pm 2.5	26.5 \pm 2.9	25.8 \pm 3.2
Height (cm)	127.3 \pm 5.8	124.1 \pm 6.9	122.4 \pm 4.2
Body mass index (Kg ² /m)	16.5 \pm 0.6	17.0 \pm 0.3	15.9 \pm 0.9

A strong correlation was found between the PBS and both the self-care ($r = 0.73$; $p < 0.001$) and mobility ($r = 0.82$; $p < 0.001$) dimensions of the PEDl. A strong positive correlation was also found between the self-care and mobility dimensions of the PEDl ($r = 0.72$; $p < 0.001$).

A strong correlation was found between the PBS and both the self-care ($r = 0.73$; $p < 0.001$) and mobility ($r = 0.82$; $p < 0.001$) dimensions of the PEDl. A strong positive correlation was also found between the self-care and mobility dimensions of the PEDl ($r = 0.72$; $p < 0.001$).

In the analysis of the different GMFCS levels, a moderate correlation was found between the PBS and self-care dimension of the PEDl ($r = 0.51$; $p = 0.12$), and a strong correlation was found between the PBS and the mobility dimension of the PEDl ($r = 0.82$; $p < 0.001$) in Group 1 (GMFCS Level I). Moderate

correlations were found between the PBS and both the self-care dimension ($r = 0.57$; $p = 0.10$) and mobility dimension ($r = 0.41$; $p = 0.23$) of the PEDI in Group 2 (GMFCS Level II). The PBS was weakly correlated with the self-care dimension ($r = 0.11$; $p = 0.77$) and moderately correlated with the mobility dimension ($r = 0.55$; $p = 0.12$) in Group 3 (GMFCS Level III).

The results of ANOVA (Table 2) revealed statistically significant differences in the self-care dimension of the PEDI between Groups 1 and 3 ($p < 0.001$) as well as between Groups 2 and 3 ($p < 0.001$), whereas no significant difference was found between Groups 1 and 2 ($p = 1.0$). Statistically significant differences were also found in the mobility dimension of the PEDI between Groups 1 and 3 ($p < 0.001$) as well as between Groups 2 and 3 ($p < 0.001$), whereas no significant difference was found between Groups 1 and 2 ($p = 1.0$). Likewise, statistically significant differences were found in the PBS between Groups 1 and 3 ($p < 0.001$) as well as between Groups 2 and 3 ($p < 0.001$), whereas no significant difference was found between Groups 1 and 2 ($p = 0.08$).

Table 2: Results (mean and standard deviation) of functional test and scale in different groups

	Level I (n=10)	Level II (n=10)	Level III (n=9)
PBS	51.0(2.7)	46.6(4.7)	34.8(4.9)*#
PEDI- Mobility	51.1(3.3)	50.6(3.0)	34.5(6.9)*#
PEDI- Self-care	62.0(7.6)	63.5(7.0)	41.7(6.2)*#

Legenda: * ANOVA I X III ($p < 0.05$); # ANOVA II X III ($p < 0.05$)

Discussion

Falls constitutes one of the most frequent complaints of children with CP who have the ability to walk independently. Thus, functional balance is a fundamental aspect of therapy in such patients (Kembhavi et al., 2002). The aim of the present study was to analyze correlations between the results of the Pediatric Balance Scale and the functional test Pediatric Evaluation Disability Inventory (self-care and mobility dimensions) in children classified on Levels I to III of the GMFCS.

The current preference in the literature is to classify children with CP based on the GMFCS, which measures functional independence with regard to gross motor skills. A number of studies report that this classification, which takes the child's age into account, maintains a certain stability over the years (Bekung et al., 2000; Wood et al., 2000). Children classified on Levels I and II have a good prognosis regarding gait and do not require gait-assistance devices. Auxiliary resources, such as orthoses, conventionally improve the positioning of the ankle. In contrast, walkers and forearm crutches are indicated to compensate for deficient balance and are fundamental to children classified on Level III. Accordingly, the present findings revealed significant differences between the children classified on Levels I and II in comparison to those classified on Level III regarding self-care, mobility and the PBS, with no significant differences between the children in the former two groups.

Despite the lack of significant differences between the children classified on GMFCS Levels I and II, the results of the correlations analyzed were not equal. The only significant correlation among Level I participants was between the PBS and the mobility dimension of the PEDI. A strong correlation was found between functional balance and the mobility dimension of the PEDI in Group 1 and moderate correlations were found in Groups II and III. The mobility dimension of the PEDI evaluates performance during locomotion as well as overall mobility, including transfers. The PBS involved items such as changing from a sitting to standing position, transfers and picking up objects from the floor,

which is similar to the assessments performed with the mobility dimension of the PEDI. Many of the items on these two instruments are similar and the results demonstrate the clinical status of children with CP regarding muscle tone and impaired postural control, both of which affect functional balance (Rose et al., 2002; Kyvelidou et al., 2010; Woollacott et al., 2005).

With the current interest in the analysis of functional balance, there is a need for detailed evaluations of assessment tools designed for such an analysis. In studies carried out by Ries *et al.* (2012), the PBS proved to be a simple, valid, reliable assessment tool for individuals with CP. The administration of the PBS requires a maximum of 15 minutes and uses materials that are easy to obtain (stopwatch, ruler/tape measure, chair, stool, adhesive tape, foot support).

Postural control is necessary for adequate gait performance. Among individuals with CP, postural control is inversely proportional to the classification level of the GMFCS, as a higher level denotes worse postural control. Balance and postural control in the standing position are fundamental components of movement, involving the ability to anticipate and recover from instabilities as well as to take action to avoid instability (Gan et al., 2008). As poor balance hampers the performance of functional activities of daily living (Overstall, 2003), the PBS was expected to be significantly correlated with all dimensions of evaluation employed in the present study, which did not prove to be true. Thus, the PBS apparently cannot be considered a predictor of performance on global functions in children with CP, especially children classified on Level III, since a strong correlation was only found for Level I regarding the mobility dimension of the PEDI, whereas moderate correlations were found for Levels II and III. Regarding the self-care dimension, moderate correlations were found on all levels, which may be explained by the fact that this dimension does not involve a change in position and only evaluates activities performed while sitting (eating, brushing one's teeth, brushing one's hair). The PBS demonstrated a positive correlation with the mobility dimension of the PEDI, regardless of the degree of motor impairment (GMFCS level). Thus, the results of the scale can help determine the

degree of independence regarding activities related to functional mobility in children with CP, such as the ability to walk, demonstrating that balance is a prerequisite for independent gait performance.

In the present study, no significant differences were found between Levels I and II, which is likely due to the similarity in these two functional levels. Reliable measures of functional balance for children with CP are important in clinical practice for the determination of the proper therapy protocol and the assessment of the results obtained.

Conclusion

Based on the present findings, the PBS may be considered a good auxiliary tool for the assessment of functional performance with regard to mobility, but cannot be used in an isolated fashion as a predictor of performance regarding other functions. Thus, a complete analysis is necessary for the functional classification of children with CP.

The small number of participants is a limitation of the present study. The study population was composed of a convenience sample (children with CP registered at the physical therapy clinics of the Universidade Nove de Julho, Brazil) and therefore no sample size calculation was performed. Thus, the data can be considered preliminary findings. Future studies with a larger number of participants should stratify the sample based on functional level (GMFCS Levels I/II and Level III) during the randomization process.

References

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2007; 109:8-14.
2. 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. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1997; 39(4):214-23.
3. Shumway-Cook A, Hutchinson S, Kartin D, Price R, Woollacott M. Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2003; 45(9):591-602.
4. Berg K. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-11.
5. Overstall P. The use of balance training in elderly people with falls. *Reviews in Clinical Gerontology*. 2003; 13(02):153-61.
6. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2002; 44(1):58-63.
7. Ries LGK, Bérzin F. Ativação assimétrica dos músculos temporal e masseter em crianças com paralisia cerebral. *Fisioter Mov*. 2009;22(1):45-52.
8. Oeffinger DJ, Tylkowski CM, Rayens MK, Davis RF, Gorton GE, D'Asous J. Gross motor function classification system and outcome tools for assessing ambulatory cerebral palsy: a multicenter study. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2004; 46(5):311-9.
9. Mancini MC, Coster WJ. Functional predictors of school participation by children with disabilities. *Occupational Therapy International*. 2004; 11(10):12-25.

10. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
11. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: theory and practical applications.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1995.
12. Wee JY, Wong H, Palepu A. Validation of the Berg Balance Scale as a predictor of length of stay and discharge destination in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(5):731-5.
13. Kembhavi G, Darrah J, Magill-Evans J, Loomis J. Using the Berg Balance Scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy.* 2002; 14(2):92-9.
14. Miyamoto ST, Lombardi Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004;37(9):1411-21.
15. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric Balance Scale: a modified version of the Berg Balance Scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatr Phys Ther.* 2003;15(2):114-28.
16. Franjoine M. The performance of six school-age children with cerebral palsy on the Pediatric Balance Scale (PBS): a three year study of changes in functional balance. *Pediatr Phys Ther.* 2004;16(1):50.
17. Ries LGK; Michaelsen SM; AS PS; Monteiro VC; Allegretti KMG. Adaptação cultural e análise da confiabilidade da versão brasileira da Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2012;16(3):205-215.
18. Feldman AB, Haley SM, Corvell J. Concurrent and construct validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Phys. Ther.* 1990;70(10):602-10.
19. Haley SM, Coster J, Faas RM. A content validity study of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Pediatr Phys Ther.* 1991;3:177-84.
20. Haley SM, Coster WJ, Ludlow LH, Haltiwanger JT, Andrelow PJ. Inventário de avaliação pediátrica de disfunção: versão brasileira.

- Tradução e adaptação cultural MC Mancini. Belo Horizonte: Laboratório de Atividade e Desenvolvimento Infantil, Departamento de Terapia Ocupacional, UFMG; 2000.
21. Bekung E, Hagberg G. Correlation between ICDH handicap code and Gross Motor Function Classification System in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2000; 42(10):669-73.
 22. Wood E, Rosenbaum P. The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2000; 42(5):292-6.
 23. Kyvelidou A, Harbourne RT, Shostrom VK, Stergiou N. Reliability of center of pressure measures for assessing the development or at risk of cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010; 91(10):1593-601.
 24. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plasticity*. 2005; 12:211–9.
 25. Gan SM, Tung LC, Tang YH, Wang CH. Psychometric properties of functional balance assessment in children with cerebral palsy. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2008; 22(6):745-53

4.2 - ARTIGO 2

Duarte NAC¹, Grecco LAC², Galli M³, Fregni F⁴, Oliveira CS⁵. Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha sobre o equilíbrio e desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral: ensaio clínico, controlado aleatorizado e duplo cego. **Artigo publicado na:** Plos One 2014; 9(8): doi: 10.1371/journal.pone.0105777

¹ Student of the Master Program in Rehabilitation Sciences of Universidade Nove de Julho, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: natycarvalho_fisio@hotmail.com

² Student of the Doctoral Program in Rehabilitation Sciences of Universidade Nove de Julho, São Paulo, São Paulo, Brasil. Email: luandacollange@hotmail.com

³ Bioengineering Department, Politecnico di Milano, Milan, Italy. Email:

⁴ Laboratory of Neuromodulation & Center of Clinical Research Learning, Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Spaulding Rehabilitation Hospital and Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA. Email:

⁵ Teacher in Master and Doctorate in Rehabilitation Sciences, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil. Email: csantos@uninove.br

The authors declares no conflict of interest.

Grant support: We gratefully acknowledge the financial support from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Fundação de Amparo á Pesquisa (FAPESP - 2012/24019-0).

Corresponding Author

Natália de Almeida Carvalho Duarte.

Mailing Adress: Rua Sebastião Henriques, 448. Vila Siqueira. CEP: 02723-050. São Paulo, Brasil.

E-mail: natycarvalho_fisio@hotmail.com

Abstract

Background: Cerebral palsy refers to permanent, mutable motor development disorders stemming from a primary brain lesion, causing secondary musculoskeletal problems and limitations in activities of daily living. The aim of the present study was to determine the effects of gait training combined with transcranial direct-current stimulation over the primary motor cortex on balance and functional performance in children with cerebral palsy. **Methods:** This is a double-blind randomized controlled study. Twenty-four children aged 5-12 years with cerebral palsy were randomly allocated to two intervention groups (blocks of six and stratified based on GMFCS level (levels I-II or level III)). The experimental group (12 children) was submitted to treadmill training and anodal stimulation of the primary motor cortex. The control group (12 children) was submitted to treadmill training and placebo transcranial direct-current stimulation. Training was performed in five weekly sessions for 2 weeks. Evaluations consisted of stabilometric analysis as well as the administration of the Pediatric Balance Scale and Pediatric Evaluation of Disability Inventory one week before the intervention, one week after the completion of the intervention and one month after the completion of the intervention. All patients and two examiners were blinded to the allocation of the children to the different groups. **Results:** The experimental group exhibited better results in comparison to the control group with regard to anteroposterior sway (eyes open and closed; $p < 0.05$), mediolateral sway (eyes closed; $p < 0.05$) and the Pediatric balance scale both one week and one month after the completion of the protocol. No significant differences between groups were found regarding the pediatric evaluation disfunction inventory self-care and mobility subscales. **Conclusion:** Gait training on a treadmill combined with anodal stimulation of the primary motor cortex led to improvements in static balance and functional performance in children with cerebral palsy comparing with placebo group. **Trial Registration:** [Ensaioclinicos.gov.br/ RBR-9B5DH7](http://Ensaioclinicos.gov.br/RBR-9B5DH7). **Keywords:** child, balance, transcranial direct-current stimulation

Introduction

Cerebral palsy (CP) involves a cascade of neurophysiological abnormalities stemming from a brain lesion, leading to motor impairment [1]-[4]. The global reduction in subcortical activity compromises the activity of corticospinal and somatosensory circuits [5],[6]. Approximately 90% of children with CP have impaired gait due to excessive muscle weakness, spasticity, deficient motor coordination and postural control deficits [7],[8]. Postural disability constitutes an important limitation to motor development in these children [9],[10] and compromises activities such as sitting, standing and walking. Indeed, falls are one of the major complaints of children with CP and place limits on functional independence [10].

Recent studies have reported the benefits of gait training on a treadmill. Grecco *et al.* describe the positive effects of treadmill training in comparison to over-ground gait training on static and functional balance. The effects were found after 12 sessions of training at the aerobic threshold without body weight support. The benefits included an improvement in functional performance, suggesting that the motor effects can lead to greater independence in children with CP [8],[10].

In recent years, noninvasive brain stimulation on individuals with motor impairment secondary to brain lesions, such as stroke, has attracted considerable interest. Transcranial direct-current stimulation (tDCS) is a safe, low-cost resource that can be used during motor therapy sessions and involves the administration of a weak electrical current to the scalp using sponge electrodes moistened with saline solution. The effects of stimulation are achieved by the movement of electrons due to electrical charges. The two poles are the anode (positive) and cathode (negative) electrodes. The electrical current flows from the positive pole to the negative pole, penetrating the skull and reaching the cortex, with different effects on biological tissues. Although most of the current is dissipated among the overlying tissues, a sufficient amount reaches the structures of the cortex and changes of membrane potential of the surrounding

cells [11],[12]. tDCS is known to induce lasting changes in cortex excitability in both animals and humans.

In rehabilitation processes, the aim of tDCS is to enhance local synaptic efficiency, thereby altering the maladaptive plasticity pattern that emerges following a cortex lesion. Stimulation is used to modulate the cortex activity by opening a pathway to increase and prolong functional gains achieved in physical therapy [13]. The authors believe that the combination of tDCS of the primary motor cortex and treadmill training can potentiate the effects on static balance. The hypothesis is that tDCS leads to the maintenance of the results following the interruption of the gait training protocol by inducing long-lasting changes in cortex excitability, thereby facilitating the learning process.

The aims of the present study were to determine the effects of tDCS applied over the primary motor cortex during ten sessions of treadmill gait training on balance and functional performance in children with PC and investigate whether the effects are maintained one month after the completion of the training sessions.

Materials and Methods

Ethics Statement

This study received approval from the Human Research Ethics Committee of the *Universidade Nove de Julho* (Brazil) under process number 69803/2012 and was carried out in compliance with the ethical standards established by the Declaration of Helsinki. The study is registered with the Brazilian Registry of Clinical Trials under process number RBR-9B5DH7 (URL:<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-9b5dh7/>). There was a delay in releasing the record number for our study. To avoid delays in the conduct of the project or even loss of the sample, the recruitment of the sample was performed according to the previous schedule of the study. The authors confirm that all ongoing and related trials for this intervention are registered. All

parents/guardians agreed to the participation of the children by signing a statement of informed consent.

Design

Full details about the trial protocol have previously been reported [14] and can be found in the supplementary appendix, available at <http://www.biomedcentral.com>. A phase II, prospective, analytical, double-blind, randomised, placebo-controlled clinical trial was carried out. Figure 1 presents the CONSORT [15] flow chart of the study.

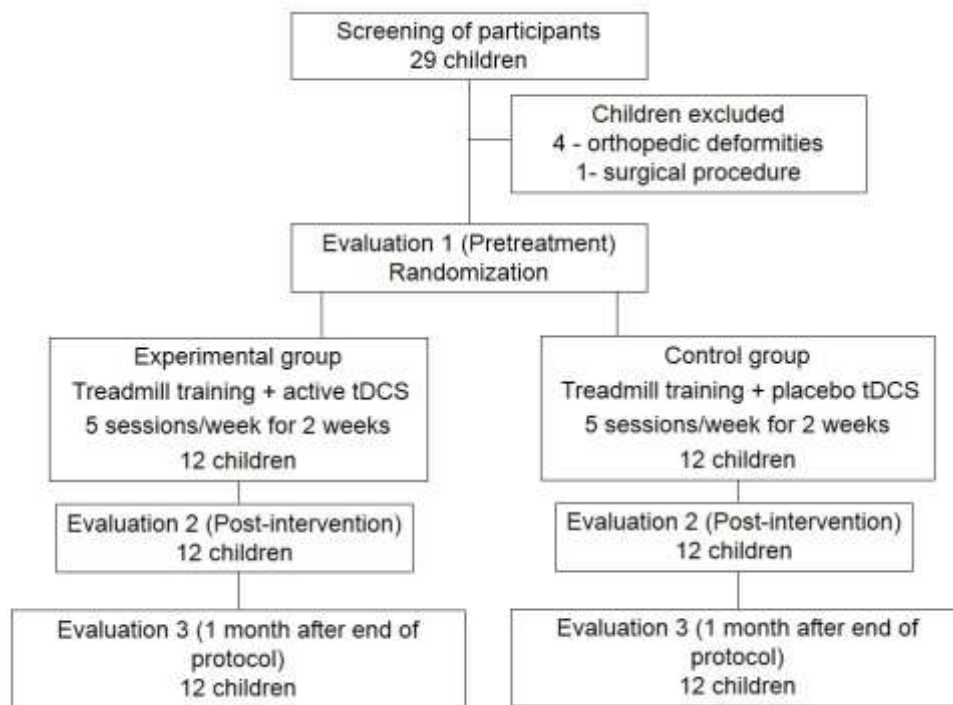


Figure 1. Flowchart of study based on Consolidated Standards of Reporting Trials.

Sample

The study took place at the Movement's analysis lab, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brazil, from November 2012 to September 2013. Twenty-nine children with CP were recruited from specialized outpatient clinics, from the physical therapy clinics of the *Universidade Nove de Julho* and *Centro de Neurocirurgia Pediátrica*, São Paulo, Brazil. The following were the inclusion criteria: diagnosis of spastic CP; classification on levels I, II or III of the Gross Motor Function Classification System (GMFCS); independent gait for at least 12 months; age between five and ten years; and degree of comprehension compatible with the execution of the procedures. The following were the exclusion criteria: history of surgery or neurolytic block in the previous 12 months; orthopedic deformities; epilepsy; metal implants in the skull or hearing aids.

All children who met the eligibility criteria ($n = 24$) were submitted to the initial evaluation and randomly allocated to an experimental group (treadmill training combined with active tDCS) and control group (treadmill training combined with placebo tDCS). Block randomization was used and stratified based on GMFCS level (levels I-II or level III). For each stratum, blocks of six were determined to minimize the risk of imbalance in the size of the separate samples. Numbered opaque envelopes were employed to ensure the concealment of the allocation. Each envelope contained a card stipulating to which group the child was allocated.

Evaluation

All evaluation procedures were carried out by two examiners who were blinded to the allocation of the children to the different groups. All patients were blinded for this study. Evaluations consisted of stabilometric analysis as well as the administration of the Pediatric Balance Scale (PBS) and Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) one week before the intervention (Evaluation 1),

one week after the completion of the intervention (Evaluation 2) and one month after the completion of the intervention (Evaluation 3). Each evaluation was held on a single day. The child first rested in a chair for 20 minutes. The stabilometric analysis was then performed, followed by the PBS and then by the PEDI.

Stabilometric analysis was performed for the evaluation of static balance. For such, a force plate (Kistler model 9286BA) was used, which allows the record of oscillations of the center of pressure (COP). The acquisition frequency was 50 Hz, captured by four piezoelectric sensors positioned at the extremities of the force plate, which measured 40 x 60 cm. The data were recorded and interpreted using the SWAY software program (BTS Engineering), integrated and synchronized to the SMART-D 140[®] system. The child was instructed to remain in a standing position on the force plate, barefoot, arms alongside the body, with an unrestricted foot base, heels aligned and gazed fixed on a point marked at a distance of one meter at the height of the glabellum (adjusted for each child). Children classified on level III of the GMFCS used their normal gait-assistance device, which was positioned off the force plate. Thirty-second readings were taken under two conditions: eyes open and eyes closed. Displacement of the COP was measured in the anteroposterior (x axis) and mediolateral (Y axis) directions under each visual condition.

The PBS consists of 14 tasks resembling activities of daily living. The items are scored on a five-point scale ranging from 0 (inability to perform the activity without assistance) to 4 (ability to perform the activity independently). The maximum score is 56. Scoring is based on the time in which a position is maintained, the distance to which the upper limb is able to reach out in front of the body and the time required to complete the task [16].

The PEDI allows a quantitative evaluation of functional performance. This questionnaire is administered in interview format to one of the caregivers, who offers information on the child's performance on routine activities and typical tasks of daily living. The test is composed of three parts. The first part addresses

abilities in the child's repertoire, which are grouped into three functional domains: self-care (73 items), mobility (59 items) and social function (65 items). Each item on this part receives a score of either 0 (child is unable to perform the activity) or 1 (activity is part of the child's repertoire). The score of each domain is determined by the sum of the items [17].

Intervention

One week after Evaluation 1, the children underwent the 10-session intervention protocol (5 weekly sessions for 2 weeks) involving treadmill training and tDCS (active or placebo). A specific test for children with CP was used to determine the treadmill training speed. This procedure was carried out based on the recommendations of Grecco *et al* [7]. During the training sessions, the tDCS electrodes were positioned, the equipment was switched on and 20 minutes of gait training was performed simultaneously with anodal stimulation over the primary motor cortex (active or placebo). All children wore their normal braces during training, which were duly placed by the physiotherapist. Heart rate was monitored throughout the entire session to ensure an absence of overload on the cardiovascular system.

Gait training was performed on a treadmill (Inbramed, Millenium ATL, RS, Brazil). Two sessions were performed prior to the beginning of the protocol to familiarize the children with the treadmill. During these trial sessions, the children did not receive tDCS and treadmill speed was gradually increased based on the tolerance of each child. Training velocity was set at 80% of the maximum speed established during the exercise test [7].

Transcranial stimulation was applied with the tDCS Transcranial Stimulation device (Soterix Medical Inc., USA), using two sponge (non-metallic) electrodes (5 x 5 cm) moistened with saline solution. The anodal electrode was positioned over the primary motor cortex of the dominant hemisphere, following the 10-20 International Electroencephalogram System [18], and the cathode was

positioned in the supra-orbital region on the contralateral side. In the experimental group, a 1-mA current was applied over the primary motor cortex for 20 minutes as the children performed the treadmill training. The device has a button that allows the operator to control the intensity of the current. In the first ten seconds, stimulation was gradually increased until reaching 1 mA and gradually diminished in the last ten seconds of the session. In the control group, the electrodes were positioned at the same sites and the device was switched on for 30 seconds, giving the children the initial sensation of the 1 mA current, but no stimulation was administered during the rest of the time. This is a valid control procedure in studies involving tDCS.

The number of sessions attended, maximum speed during treadmill training, duration of treadmill training and distance travelled in each session were recorded on the follow-up chart. Any problems or injuries that occurred during training were also recorded. All participants were instructed to maintain their routine daily activities.

Statistical analysis

The sample size was calculated using the STATA 11 program and based on a study by Grecco *et al.* (2012) [*Effect of treadmill training without partial weight support on functionality in children with cerebral palsy: Randomized controlled clinical trial.*] The PBS was selected as the primary outcome due to its proven validity and reliability in the literature for the evaluation of functional balance in children with CP and was therefore used in the sample size calculation. Based on a mean and standard deviation of 46.7 ± 7.6 in the experimental group and 34.9 ± 6.8 in the control group, 10 children in each group would be necessary for a bi-directional alpha of 0.05 and an 80% power. Twenty percent were added to each group to compensate for possible dropouts. Thus, the final sample was made up of 12 children in each group (total: 24 participants).

The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine the adherence of the data to the Gaussian curve. The data proved to be parametric and were expressed as mean and standard deviation values. The effect size was calculated by the difference between means of the pre-intervention and post-intervention evaluations and was expressed with respective 95% confidence intervals. Repeated-measures ANOVA was used for the intra-group analyses and one-way ANOVA was used for the inter-group analyses. A p-value < 0.05 was considered statistically significant. The data were organized and tabulated using the Statistical Package for the Social Sciences v.19.0 (SPSS, Chicago, IL, USA).

Results

Twenty-nine children were screened and 24 were selected for participation in the present study, from November 2012 to September 2013. No losses occurred in either group. Table 1 displays the anthropometric characteristics and functional classification of the participants.

Table 1: Anthropometric characteristics and functional classification of children analyzed

	Experimental group	Control group
	(n = 12)	(n = 12)
Age (years)*	7.8 (2.0)	8.1 (1.5)
Body mass (Kg)*	27.9(2.5)	28.3(2.7)
Height (cm)*	127.7(6.4)	128.2(7.4)

Body mass index (Kg ² /m)*	17.2(0.8)	17.8(1.5)
GMFCS (I\II\III)**	(3\6\3)	(2\7\3)
Topography (hemiparesis\diparesis)**	(3\9)	(2\10)

Legend: GMFCS: Gross Motor Function Classification System *data expressed as mean (standard deviation); ** data representing frequency

No statistically significant differences between groups were found regarding the anthropometric data, age or data referring to the primary or secondary outcomes at the baseline evaluation ($p < 0.05$).

In the intra-group analysis, repeated-measures ANOVA revealed significant differences in both groups following motor training, with a reduction in oscillations of the COP one week after the end of the protocols. However, only the experimental group maintained this reduction one month after the protocol (Evaluation 3). The experimental group also exhibited improvements in regarding the balance scale. No significant intra-group differences were found with regard to self-care and functional mobility following treadmill training with tDCS.

In the inter-group analysis, one-way ANOVA revealed significant differences between groups. The experimental group exhibited significantly lower oscillations of the COP in the anteroposterior (experimental group with eyes open 18.6 ± 3.9 ; 14.0 ± 2.7 ; 14.2 ± 1.9 mm and eyes closed 24.3 ± 5.6 ; 17.1 ± 4.3 ; 17.7 ± 4.6 mm; control group with eyes open 20.3 ± 4.5 ; 15.8 ± 3.6 ; 18.4 ± 3.7 mm and eyes closed 24.2 ± 4.8 ; 22.7 ± 4.1 ; 23.2 ± 3.1 mm) and mediolateral (experimental group with eyes open 20.3 ± 4.5 ; 14.7 ± 3.6 ; 15.3 ± 4.1 mm and eyes closed 25.4 ± 18.9 ; 18.9 ± 4.3 ; 19.7 ± 4.1 mm; control group with eyes open 20.2 ± 4.3 ; 18.6 ± 3.2 ; 18.8 ± 3.1 mm and eyes closed 25.1 ± 5.2 ; 22.9 ± 4.2 ; 22.8 ± 3.6 mm) directions. These differences were found both one week and one month after the end of the interventions (Figure 2). The experimental group also had better scores on the pediatric balance scale (experimental group 40.5 ± 9.4 ; 45.3 ± 7.9 ; 44.7 ± 6.7 and control group 39.1 ± 9.8 ; 39.7 ± 8.9 ; 39.5 ± 9.3) (Figure 3). However, no significant differences between groups were found regarding the self-care

(experimental group 46.1 ± 10.8 ; 48.0 ± 9.5 ; 47.3 ± 9.2 and control group 45.0 ± 9.2 ; 45.5 ± 9.3 ; 45.6 ± 8.9) and mobility (38.0 ± 8.5 ; 41.7 ± 7.4 ; 40.9 ± 7.7 and control group 39.3 ± 7.4 ; 39.5 ± 6.9 ; 38.8 ± 7.0) subscales of the PEDI (Figure 4).

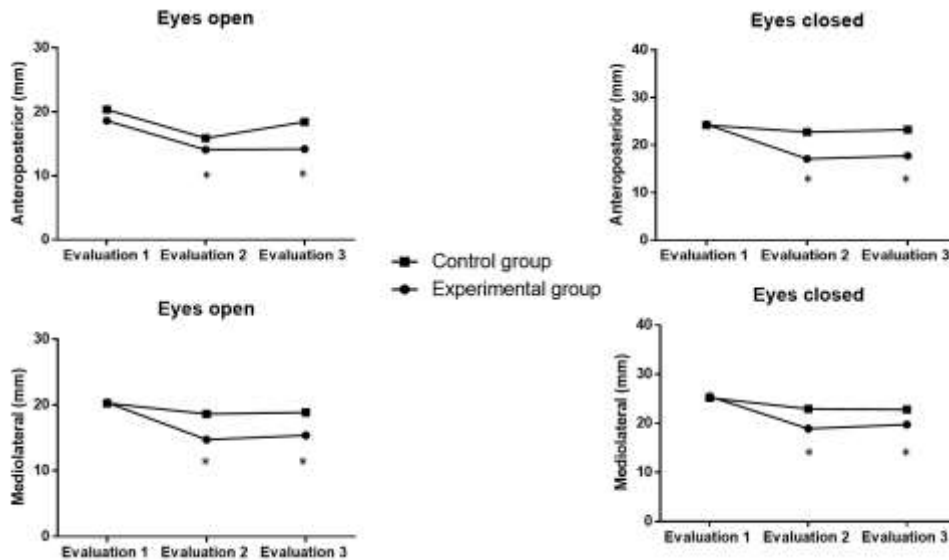


Figure 2. Oscillations of center of pressure – A) anteroposterior sway with eyes open; B) mediolateral sway with eyes open; C) anteroposterior sway with eyes closed; D) mediolateral sway with eyes closed. *Statistically significant difference between groups ($p < 0.05$).

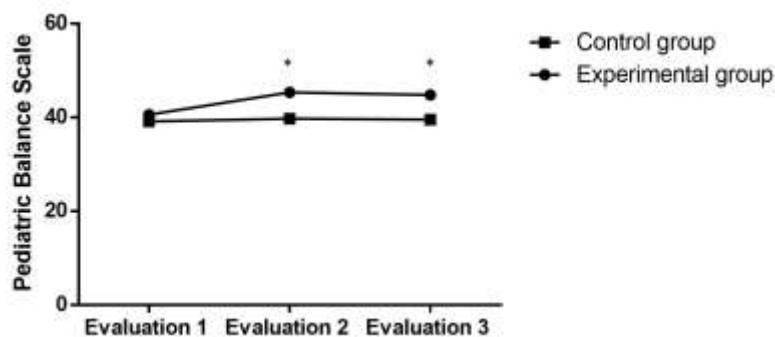


Figure 3. PBS scores in both groups before and after intervention. *statistically significant difference between groups ($p < 0.05$).

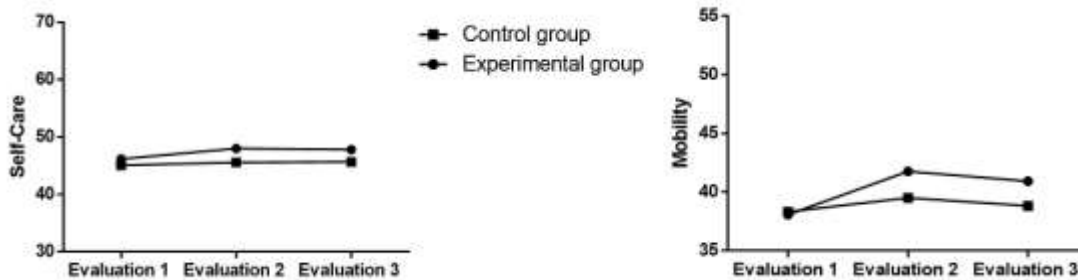


Figure 4. Self-care and mobility scores on PEDI in both groups before and after intervention.

Discussion

There has been increasing use of tDCS in the rehabilitation of patients with lasting neurological effects following a brain lesion, especially in cases of stroke. This method has proven to be promising and safe on adults. Studies involving children also suggest that the method is safe, but requires lesser intensity of the electrical current. Through computations modeling, Minhas *et al.* (2012)[19] found that lesser intensity than that conventionally used on adults is capable of cortex stimulation in children. Based on the results achieved with stroke victims and studies that demonstrate an absence of adverse effects in children, the aim of the present investigation was to determine whether anodal stimulation of the primary motor cortex in the dominant hemisphere combined with treadmill training would lead to an increase in or the maintenance of the effect of treadmill training on static and functional balance in children with CP.

Previous studies have demonstrated that treadmill training without body support and at a speed determined by a prior exercise test leads to improvements in both static and functional balance and favors functional performance in children with CP. In the present study, an established treadmill training protocol with effects demonstrated in the literature was used to

determine whether tDCS is valid in children with CP classified on levels I, II and III of the GMFCS. The treadmill training had to be adapted to the tDCS procedures reported in the literature. The protocol described by Grecco et al. [9] was used as the basis for the present investigation. However, this protocol involves two weekly sessions of training over a seven-week period (total of 14 sessions). In the present study, five weekly sessions were held over a two-week period (total of 10 sessions). Thus, it was important to carry out a randomized controlled study involving a control group with placebo tDCS to determine the effects of treadmill training alone.

In a study involving patients with hemiparesis following a stroke, three sessions of anodal stimulation over the damaged motor cortex combined with specific training for the ankle of the paretic limb led to improvements in dorsiflexion and plantar flexion. This is in agreement with the present findings, as the strategies used by the ankle are fundamental to postural control and balance [20]. Another interesting study carried out by Kaski *et al.* (2013) [21] demonstrated that a single session of anodal stimulation in combination with balance and gait training resulted in improvements in balance, gait velocity and stride length in elderly individuals with leukoaraiosis (cerebral white matter lesion that affects gait and balance). In the present study, 10 consecutive sessions of tDCS were performed with the aim of potentiating the neuroplastic changes that occur from the combination of tDCS and motor training to determine whether the effects are persistent modifications of synaptic efficiency similar to long-term potentiation [22].

Kaski *et al.* (2012) [23] evaluated 30 healthy volunteers who received 15 minutes of anodal stimulation (2 mA; either active or placebo) of the prefrontal cortex while at rest prior to walking on a moving platform. The active group demonstrated improvements in postural control and gait velocity in comparison to the placebo group. These findings demonstrate that anodal tDCS is capable of causing changes in motor cortex excitability, thereby favoring motor control and lower limb movements.

In the present study, both groups demonstrated positive results following the different protocols. However, statistically significant differences between groups were found, with better results in the experimental group regarding anteroposterior sway, mediolateral sway and functional balance (PBS). These findings suggest that anodal stimulation of the primary motor cortex potentiated the results of treadmill training. The randomized, controlled study design allows the determination of the effect size, demonstrating the statistically significant effect of tDCS. One of the most important findings regards the fact that tDCS contributed to the maintenance of the effects of treadmill training. In clinical practice, the effects of physical therapy are often minimized or even completely lost following the interruption of the therapy sessions. In the present study, the gains achieved with the combination of treadmill training and tDCS remained one month after the completion of the protocol, suggesting the potential of tDCS to modify cortex excitability and favor neuroplasticity. The lack of an analysis of cortex excitability constitutes a limitation of this study. Although the aim was to analyze motor results, the measure of excitability could have allowed a more adequate explanation of the findings.

The possible adverse effects of tDCS should be addressed. However, the literature on tDCS in children is scarce and no previous papers involving motor training are found. In the present study, the children and their caregivers were asked about side effects at the end of each session and during the evaluations after the completion of the protocol. Three children in the experimental group experienced redness in the supra-orbital region (site of the cathode). No other adverse effects were reported, such as behavioral changes, headache or discomfort. During the sessions, 18 children (12 in the experimental group and 6 in the control group) reported a tingling sensation at the beginning of stimulation, but this sensation either ceased after a few seconds or was not considered bothersome. No children needed the intensity to be diminished or the stimulation to be stopped prior to the end of the 20-minute session. No children had difficulty

performing treadmill training with tDCS and neither the wires nor the positioning of the electrodes hampered walking.

The findings of the present study demonstrate that the combination of treadmill training and anodal stimulation of the primary motor cortex in the dominant hemisphere was capable of potentiating improvements in static and functional balance in the children with cerebral palsy analyzed. Moreover, anodal stimulation favored the maintenance of the gains one month following the completion of the intervention. However, as this was a phase 2 study with a small sample size, further investigations with a larger number of participants and longer follow-up period are needed to confirm the results.

References

1. Burton H, Sachin D, Litkowski P, Wingert JR. (2009) Functional connectivity for somatosensory and motor cortex in spastic diplegia. *Somatosens Mot Res* 26: 90-104.
2. Inder TE, Huppi PS, Warfield S, Kikinis R, Zientara GP, Barnes PD, Jolesz F, Volpe JJ. (1999) Periventricular white injury in the premature infant is followed by reduced cerebral cortical gray matter volume at term. *Ann. Neurol* 46:755-760.
3. Kurz MJ, Wilson TW. (2011) Neuromagnetic activity in the somatosensory cortices of children with cerebral palsy. *Neurosci Lett* 490:1-5.
4. Shin YK, Lee DR, Hwang HJ, You SJ. (2012) A novel EEG-based brain mapping to determine cortical activation patterns in normal children and children with cerebral palsy during motor imagery tasks. *NeuroRehabil* 31: 349-55.
5. Rose S, Guzzetta A, Pannek K, Boyd R. (2011) MRI structural connectivity, disruption of primary sensorimotor pathways, and hand function in cerebral palsy. *Brain Connect* 1: 309-16.
6. Chagas PSC, Mancini MC, Barbosa A, Silva PTG. (2004) Análise das intervenções utilizadas para a promoção da marcha em crianças portadoras de paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Fisioter* 8: 155-63.
7. Grecco, LAC, Zanon N, Sampaio LMM, Oliveira CS. (2013) A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical Trial. *Clin Rehabil* 27:674.
8. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2002;44(1):58-63. PMID:11811652.
9. Grecco LA, Tomita SM, Christovão TC, Pasini H, Sampaio LM, Oliveira CS. (2013) Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Rev Bras Fisioter* 17:17-23.

10. Miranda PC, Lomarev M, Hallett M. (2006) Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. *Clin Neurophysiol* 117:1623-9.
11. Wagner T, Fregni F, Fecteau S, Grodzinsky A, Zahn M, Pascual-Leone A. (2007) Transcranial direct current stimulation: A computer-based human model study. *Neuroimage* 35:1113-24.
12. Mendonça ME, Fregni F (2012) Neuromodulação com estimulação cerebral não invasiva: aplicação no acidente vascular encefálico, doença de Parkinson e dor crônica. In: ASSIS, R.D. Manole. *Conduitas práticas em fisioterapia neurológica*. São Paulo, p. 307-39.
13. Ries LGK, Michaelsen SM, AS PS, Monteiro VC, Allegretti KMG. (2012) Adaptação cultural e análise da confiabilidade da versão brasileira da Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). *Rev Bras Fisioter* 16:205-215.
14. Grecco LAC, Duarte NAC, Mendonça ME, Pasini H, Lima VLCC, Franco R, Oliveira LVF, Carvalho PTC, Corrêa JCF, Collange NZ, Sampaio LMM, Galli M, Fregni F, Oliveira CS. (2013) Effect of transcranial direct current stimulation combined with gait and mobility training on functionality in children with cerebral palsy: study protocol for a double-blind randomized controlled clinical trial. *BMC Pediatrics* 13:168.
15. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, Elbourne D, Egger M, Altman DG, for the CONSORT Group. (2010) CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trial. *J Clin Epi* 63:e1-e37.
16. Feldman AB, Haley SM, Corvell J. (1990) Concurrent and construct validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Phys Ther* 70:602-10.
17. Haley SM, Coster J, Faas RM. (1991) A content validity study of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Pediatr Phys Ther* 3:177-84.
18. Homan RW, Herman J, Purdy P. (1987) Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 66:376-82.

19. Minhas P, Bikson M, Woods AJ, Rosen AR, Kessler SK. (2012) Transcranial direct current stimulation in pediatric brain: A computational modeling study. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* : 859-862
20. Stagg CJ, Bachtiar V, O'Shea J, Allman C, Bosnell RA, Kischka U, Matthews PM, Johansen-Berg H. (2012) Cortical activation changes underlying stimulation induced behavioral gains in chronic stroke. *Brain* 135:276-84.
21. Kaski D, Dominguez RO, Allum JH, Bronstein AM. (2013) Improving gait and balance in patients with leukoaraiosis using transcranial direct current stimulation and physical training: An exploratory study. *Neurorehabil Neural Repair* 27:864-71.
22. Liebetanz D, Nitsche MA, Tergau F, Paulus W. (2002) Pharmacological approach to the mechanism of transcranial DC stimulation induced after effects of human motor cortex excitability. *Brain* 125:2238-47.
23. Kaski D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. (2012) Enhanced locomotor adaptation after effect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. *J Neurophysiol* 107:2493-2505.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 - Considerações Finais

A estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira mostrou ser uma intervenção promissora para a melhora do equilíbrio estático, funcional e na independência nas atividades de vida diária de crianças com paralisia cerebral. Ressaltamos que as crianças que participaram deste estudo não interromperam suas terapias usuais, pois acreditamos que todo estímulo e treino motor podem incrementar os ganhos do nosso treino, tendo em vista que os efeitos da tDCS não ocorrem somente durante as sessões de terapia. Acreditamos que a tDCS pode modular um padrão de excitabilidade cortical alterado e que o treino motor pode potencializar os efeitos obtidos através da estimulação transcraniana. Nenhum efeito adverso foi observado ou relatado pelas crianças participantes no período do estudo.

REFERÊNCIAS

6 - Referências

1. ANTAL, A.; LANG, N.; BOROS, K.; NITSCHKE, M.; SIEBNER, H.R.; PAULUS, W. Homeostatic metaplasticity of the motor cortex is altered during headache-free intervals in migraine with aura. **Cerebral cortex**. v. 18, n.11, p. 2701-5, 2008.
2. AREE-UEA, B.; AUVICHAYAPAT, N.; JANYACHAROEN, T.; SIRITARATIWAT, W.; AMATACHAYA, A.; PRASERTNOO, J.; TUNKAMNERDTHAI, O.; THINKHAMROP, B.; JENSEN, M.P.; AUVICHAYAPAT, P. Reduction of spasticity in cerebral palsy by anodal transcranial direct current stimulation. **J Med Assoc Thai**. v. 97, n.9, p. 954-62, 2014.
3. AUVICHAYAPAT, P.; AUVICHAYAPAT, N. Basic knowledge of transcranial direct current stimulation. **J Med Assoc Thai**. v. 94, n. 4, p. 518-27, 2011.
4. AWAAD, Y.; TAYNEN, H.; MUNOZ, S.; HAM, S.; MICHON, A.M.; AWAAD, R. Functional assessment following intrathecal baclofen therapy in children with spastic cerebral palsy. **J Child Neurol**. v.18, n.1, p.26-34, 2003.
5. BOLTON, A.E.; WILLIAMS, L.; STAINES, R.W.; MCILROY, W. Contribution of primary motor cortex to compensatory balance reactions. **BMC Neurosci**. n.13, p.102, 2012.
6. BURTON, H.; SACHIN, D.; LITKOWSKI, P.; WINGERT, J.R. Functional connectivity for somatosensory and motor cortex in spastic diplegia. **Somatosens Mot Res**. v. 26, n. 4, p. 90-104, 2009.
7. CHAGAS, P.S.C.; MANCINI, M.C.; BARBOSA, A.; SILVA, P.T.G. Análise das intervenções utilizadas para a promoção da marcha em crianças portadoras de paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. **Rev Bras Fisioter**. v.8, n.2, p.155-63, 2004.
8. CHERNG, R.; LIU, C.; LAU, T.; HONG, R. Effect of treadmill training with body weight support on gait and gross motor function in children with

- spastic cerebral palsy. **Am J Phys Med Rehabil.** v.86, n. 7, p. 548-55, 2007.
9. CHUNG, M.; LO, W. Non Invasive brain stimulation: the potencial for use in the rehabilitation of pediatric acquired brain injury. **Arch Phys Med Rehabil.** n.14, p. 1214-3, 2014.
 10. DINOMAS, M.; LIGNON, G.; CHINIER, E.; RICHARD, I.; TERMINASSIAN, A.; TICH, S.N. Effect of observation of simple hand movement on brain activations in patients with unilateral cerebral palsy: an fMRI study. **Res Dev Disabil.** v. 34, n.6, p.1928-37, 2013.
 11. DODD, K.J.; FOLEY, S. Partial body-weight–supported treadmill training can improve walking in children with cerebral palsy: A clinical controlled trial. **Dev Med Child Neurol.** v.49, n. 2, p.101-5, 2007.
 12. FELDMAN, A.B.; HALEY, S.M.; CORVELL, J. Concurrent and construct validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. **Phys Ther.** v.70, n.10, p.602-10, 1990.
 13. FREGNI, F.; BOSSIO, P.S.; BRUNONI, A.R. **Neuromodulação terapêutica: Princípios e avanços da estimulação cerebral não invasiva em neurologia, reabilitação, psiquiatria e neuropsicologia.** Sarvier. São Paulo, 2012.
 14. FREGNI, F.; GIMENES, R.; VALLE, A.C.; FERREIRA, M.J.; ROCHA, R.R.; NATALLE, L.; BRAVO, R.; RIGONATTI, S.P.; FREEDMAN, S.; NITSCHKE, M.; PASCUAL-LEONE, A.; BOGGIO, P.S. A randomized, sham-controlled, proof of principle study of transcranial direct current stimulation for the treatment of pain in fibromyalgia. **Arthritis and Rheumatism.** v.54, p.3988-98, 2006.
 15. FRITSCH, B.; REIS, J.; MARTINOWICH, K.; SCHAMBRA, H.M.; JI, Y.; COHEN, L.G.; et al. Direct current stimulation promotes BDNF-dependent synaptic plasticity: potential implications for motor learning. **Neuron** v. 66, n.2, p.198-204, 2010.
 16. GARVEY, M.A.; MALL, V. Transcranial magnetic stimulation in children. **Clin Neurophysiol.** v.119, n.5, p.973-84, 2008.

17. GILLICK, B.T.; KIRTON, A.; CARMEL, J.B.; MINHAS, P.; BIKSON, M. Pediatric stroke and transcranial direct current stimulation: methods for rational individualized dose optimization. **Front Hum Neurosci**. n.8, p. 739, 2014a. doi: 10.3389/fnhum.2014.00739.
18. GILLIK, B.T.; FEYMA, T.; MENK, J.; KRACH, L.E.; USSET, M.; VAITH, A.; WOOD, T.J.; WORTHINGTON, R. Safety and feasibility of transcranial direct current stimulation in pediatric hemiparesis: A randomized controlled pilot study. **Phys Ther**. 2014b; Nov 20. doi: 10.2522/ptj.20130565.
19. GRECCO, L.A.C.; FREITAS, T.B.; SATIE, J.; BAGNE, E.; OLIVEIRA, C.S.; SOUZA, D.R. Treadmill training following orthopedic surgery in lower limbs of children with cerebral palsy. **Pediatr Phys Ther**. v.25, n.2, p. 187-92, 2013.
20. GRECCO, L.A.C.; PASINI, H.; SAMPAIO, L.M.M.; OLIVEIRA, C.S. Evidence of effect of treadmill training on children with cerebral palsy: a systematic review. **Clin Exp Med Lett**. v.53, n.2, p.95-100, 2012.
21. HALEY, S.M.; COSTER, J.; FAAS, R.M. A content validity study of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. **Pediatr Phys Ther**. n. 3, p.177-84, 1991.
22. HIRATUKA, E.; MATSUKURA, T.S.; PFEIFER, L.I. Cross-cultural adaptation of the Gross Motor Function Classification System into Brazilian-Portuguese (GMFCS). **Rev Bras Fisioter**. v. 14, n.6, p.537-44, 2010.
23. INDER, T.E.; HUPPI, P.S.; WARFIELD, S.; KIKINIS, R.; ZIENTARA, G.P.; BARNES, P.D.; JOLESZ, F.; VOLPE, J.J. Periventricular white injury in the premature infant is followed by reduced cerebral cortical gray matter volume at term. **Ann Neurol**. n.46, p.755-760, 1999.
24. KASHI, D.; QUADIR, S.; PATEL, M.; YOUSIF, N.; BRONSTEIN, A.M. Enhanced locomotor adaptation aftereffect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. **J Neurophysiol**. n.107, p.2493-2505, 2012.

25. KAVCIC, A.; VODUSEK, B.D. A historical perspective on cerebral palsy as a concept and a diagnosis. **Eur J Neurol**. v.12, n.8, p.582-7, 2005.
26. KESAR, T.M.; SAWAKI, L.; BURDETTE, J.H.; CABRERA, M.N.; KOLASKI, K.; SMITH, B.P.; O'SHEA, T.M.; KOMAN, L.A.; WITTENBERG, G.F. Motor cortical functional geometry in cerebral palsy and its relationship to disability. **Clin Neurophysiol**. v.123, n.7, p.1383-90, 2012.
27. KLAUS, J. et al. Visually induce gait deviations during different locomotion speeds. **Exp Brain Res**. n.141, p.3370-34, 2001.
28. KRISHNAN, C.; SANTOS, L.; PETERSON, M.D.; EHINGER, M. Safety of noninvasive brain stimulation in children and adolescents. **Brain Stimul**. v.8, n.1, p.76-87, 2015.
29. KUO, M.F.; UNGER, M.; LIEBETANZ, D.; LANG, N.; TERGAU, F.; PAULUS, W. et al. Limited impact of homeostatic plasticity on motor learning in humans. **Neuropsychologia**. v.46, n.8, p.2122-8, 2008.
30. KURZ, M.J.; WILSON, T.W. Neuromagnetic activity in the somatosensory cortices of children with cerebral palsy. **Neurosci Lett**. n. 490, n. 1-5, 2011.
31. LIEBETANZ, D.; NITSCHKE, M.A.; TERGAU, F.; PAULUS, W. Pharmacological approach to the mechanism of transcranial DC stimulation induced after effects of human motor cortex excitability. **Brain**. v. 125, n.10, p.2238-47, 2002.
32. MADHAVAN, S.; WEBER, K.A.; STINEAR, J.W. Non-invasive brain stimulation enhances fine motor control of the hemiparetic ankle: implications for rehabilitation. **Exp Brain Res**. v. 209, n.1, p.9-17, 2011.
33. MARCHESE, R. et al. The role of sensory cues in the rehabilitation of parkinsonian patients: a comparison of two physical therapy protocols. **Mov Dis**. n.15, p. 879-883, 2000.
34. MATTERN-BAXTER, K. Locomotor treadmill training for children with cerebral palsy. **Orthop Nurs**. v. 29, n.3, p.169-73, 2010.

35. MENDONÇA, M.E.; FREGNI, F. **Neuromodulação com estimulação cerebral não invasiva: aplicação no acidente vascular encefálico, doença de Parkinson e dor crônica.** In.:ASSIS, R.D. *Conduas práticas em fisioterapia neurológica.* Manole. São Paulo, p. 307-39, 2012.
36. MIHARA, M.; MIYAI, I.; HATAKENAKA, M.; KUBOTA, K.; SAKODA, S. Role of the prefrontal cortex in human balance control. **Neuroimage.** v.43, n.2, p.329-36, 2008.
37. MINHAS, P.; BIKSON, M.; WOODS, A.J.; et al. Transcranial Direct Current Stimulation in Pediatric Brain: A computational modeling study. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,** p.859-62, 2012.
38. MIRANDA, P.C.; LOMAREV, M.; HALLETT, M. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. **Clin Neurophysiol.** v.117, n. 7, p.1623-9, 2006.
39. MONTE-SILVA, K.; KUO, M-F.; THIRUGNANASAMBANDAM, N.; LIEBETANZ, D.; PAULUS, W.; NITSCHKE, M.A. Dose-dependent inverted U-shaped effect of dopamine (D2-like) receptor activation on focal and nonfocal plasticity in humans. **J of Neurosci.** v.29, n. 19, p.6124-31, 2009.
40. MORRIS, M. E.; et al. Postural instability in parkinson's disease: a comparison with and without a concurrent task. **Gait and Post.** N.12, p. 205-216, 2000.
41. 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.** v. 54, n.4, p.361-7, 2012.
42. NEZU, A.; KIMURA, S.; TAKESHITA, S.; TANAKA, M. Functional recovery in hemiplegic cerebral palsy: ipsilateral electromyographic responses to focal transcranial magnetic stimulation. **Brain Dev.** v.21, n.3, p.162-5, 1999.


43. NITSCHKE, M.A.; LIEBETANZ, D.; TERGAU, F.; PAULUS, W. Modulation of cortical excitability by transcranial direct current stimulation. **Nervenarzt**. v.73, n.4, p.332-5, 2002.
44. NITSCHKE, M.A.; LIEBETANZ, D.; SCHLITTERLAU, A.; HENSCHKE, U.; FRICKE, K.; FROMMANN, K.; et al. GABAergic modulation of DC stimulation-induced motor cortex excitability shifts in humans. **Eur J Neurosci**. v.19, n.10, p.2720-6, 2004.
45. Organização Mundial de Saúde, Organização Panamericana da saúde. Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2009.
46. PALISANO, R.; ROSENBAUM, P.; WALTER, S.; RUSSEL, 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**. v.39, n.4, p.214-23, 1997.
47. PANETH, N.; HONG, T.; KORZENIEWSKI, S. The descriptive epidemiology of cerebral palsy. **Clin Perinatol**. v.33, n.2, p.251-67, 2006.
48. PITCHER, J.B.; SCHMEIDER, L.A.; BURNS, N.R.; DRYSDALE, J.L.; HIGGINS, R.D.; RIDDING, M.C.; NETTELBECK, T.J.; HASLAM, R.R.; ROBINSON, J.S. Reduced corticomotor excitability and motor skills development in children born preterm. **J Physiol**. n.590, p. 5827-44, 2012.
49. REIS, J.; ROBERTSON, E.M.; KRAKAUER, J.W.; ROTHWELL, J.; MARSHALL, L.; GERLOFF, C.; et al. Consensus: Can transcranial direct current stimulation and transcranial magnetic stimulation enhance motor learning and memory formation? **Brain stim**. v.1, n.4, p.363-9, 2008.
50. RICHARDS, C.L.; MALOUIN, F.; DUMAS, F.; MARCOUX, S.; LEPAGE, C.; MENIER, C. Early and intensive treadmill locomotor training for young children with cerebral palsy: A feasibility study. **Pediatric Phys Ther**. v.9, n.4, p.159-65, 1997.

51. RIES, L.G.K.; MICHAELSEN, S.M.; SOARES, S.A.P.; MONTEIRO, V.C.; ALLEGRETTI, K.M.G. Adaptação cultural e análise da confiabilidade da versão brasileira da Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). **Rev Bra de Fis.** v.16, n.3, p.205-215, 2012.
52. ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVITON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M. A report: the definition and classification of cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol.** v.49, n.109, p.8-14, 2007.
53. ROSE, S.; GUZZETTA, A.; PANNEK, K.; BOYD, R. MRI structural connectivity, disruption of primary sensorimotor pathways, and hand function in cerebral palsy. **Brain Connect.** v.1, n.4, p. 309-16, 2011.
54. SHIN, Y.K.; LEE, D.R.; HWANG, H.J.; YOU, S.J. A novel EEG-based brain mapping to determine cortical activation patterns in normal children and children with cerebral palsy during motor imagery tasks. **NeuroRehab.** v.31, n.4, p.349-55, 2012.
55. SILVA, M.S.; DALTRÁRIO, S.M.B. Paralisia cerebral: desempenho funcional após treinamento da marcha em esteira. **Fisioter Mov.** v.21, n.3, p.109-15, 2008.
56. SMANIA, N.; BONETTI, P.; GANDOLFI, M.; et al. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. **Am J Phys Med Rehabil.** n.90, p.137-49, 2011.
57. STAGG, C.J.; BACHTIAR, V.; O'SHEA, J.; ALLMAN, C.; BOSNELL, R.A.; KISCHKA, U.; MATTHEWS, P.M.; JOHANSEN-BERG, H. Cortical activation changes underlying stimulation induced behavioral gains in chronic stroke. **Brain.** n.135, p.276-84, 2012.
58. THIBAUT, A.; CHATELLE, C.; GOSSERES, O.; LAUREY, S.; BRUNO, M.A. Transcranial direct current stimulation: A new tool for neurostimulation. **Rev Neurol.** v.169, n.2, p.108-20, 2013..
59. VALLE, A.C.; DIONISIO, K.; PITSKEL, N.B.; PASCUAL-LEONE, A.; ORSATI, F.; FERREIRA, M.J.; BOGGIO, P.S.; LIMA, M.C.; RIGONATTI, S.P.; FREGNI, F. Low and high frequency repetitive transcranial magnetic

- stimulation for the treatment of spasticity. **Dev Med Child Neurol.** v.49, n.7, p.534-8, 2007.
60. VERSCHUREN, O.; KETELAAR, M.; GORTER, J.W.; HELDERS, P.J.; UITERWAAL, C.S.; TAKKEN, T. Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. **Arch Pediatr Adolesc Med.** v.161, n.11, p.1075-81, 2007.
61. VRY, J.; LINDER-LUCHT, M.; BERWECK, S.; BONATI, U.; HODAPP, M.; UHI, M.; FAIST, M.; MALL, V. Altered cortical inhibitory function in children with spastic diplegia: a TMS study. **Exp Brain Res.** v.186, n.4, p.611-8, 2008.
62. WAGNER, T.; FREGNI, F.; FECTEAU, S.; GRODZINSKY, A.; ZAHN, M.; PASCUAL-LEONE, A. Transcranial direct current stimulation: A computer-based human model study. **Neuroimage**, n.35, p.1113-24, 2007.
63. WILLOUGHBY, K.L.; DODD, K.J.; SHIELDS, N.; FOLEY, S. Efficacy of partial body weight-supported treadmill training compared with over ground walking practice for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. **Arch Phys Med Rehabil.** v.91, n.3, p.333-9, 2010.

7 - ANEXOS

7.1 Anexo 1: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

 <p>UNINOVE Universidade Nove de Julho</p>	<p>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP</p> <p>Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado Treino De Marcha Em Esteira Ergométrica Sem Suporte Parcial De Peso Para Crianças Com Parafasia Cerebral sob número de protocolo 409972 sob responsabilidade de Luanda André Collange Grecco sendo Aprovado de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde M/S, de 10/10/96.</p> <p><i>[Handwritten Signature]</i> Profa. Dra. Cláudia Santos Oliveira Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa</p> <p>São Paulo, 02 de Maio 2011.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.2 Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Email: _____

1. As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pela aluna Natália de Almeida Carvalho Duarte (Mestranda da Universidade Nove de Julho), Prof^a. Claudia Santos Oliveira objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.
2. Título do Trabalho Experimental: Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha sobre o equilíbrio e desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral: ensaio clínico controlado aleatorizado, duplo cego.
3. Objetivo: Examinar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha na esteira sobre o equilíbrio funcional de crianças com paralisia cerebral.
4. Justificativa: Devido aos poucos estudos disponíveis na literatura, com baixos níveis de evidências sobre os benefícios e limitações da estimulação transcraniana por corrente contínua, do uso da esteira para treino de marcha para o treino de mobilidade de crianças com paralisia cerebral, cuja importância clínica se faz relevante.
5. Procedimentos da Fase Experimental: Será feita a análise em 24 voluntários, selecionados segundo os seguintes critérios: diagnóstico de paralisia cerebral, idade entre cinco e doze anos, estar classificado como níveis I, II ou III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa. Os voluntários serão avaliados antes, logo após e um mês após o treino. A avaliação será constituída dos seguintes itens: (1) Equilíbrio estático (Parado): avaliado pela plataforma de pressão, onde a criança permanecerá em pé por 30 segundos com os olhos abertos e 30 segundos com os olhos fechados; (2) Equilíbrio Funcional: avaliado com a criança sentada e em pé, por meio da Escala de Equilíbrio Pediátrica. A avaliação será realizada em dois dias, com duração de uma hora em cada dia. Durante a avaliação a criança poderá descansar a qualquer momento e entre a aplicação de cada teste será respeitado um período de repouso. As crianças serão divididas por meio de sorteio em dois grupos. O Grupo 1 terá o equilíbrio analisado após realizar o treino de marcha na esteira com a estimulação transcraniana ligada O grupo 2 terá o equilíbrio analisado após realizar o treino de marcha em esteira com a estimulação transcraniana desligada (placebo).. A estimulação transcraniana por corrente contínua é uma técnica não invasiva que será

- realizada colocando eletrodos de superfície conectados a um aparelho de corrente galvânica (corrente elétrica de baixa intensidade) sobre o crânio (cabeça) da criança, durante 20 minutos por 10 dias. A estimulação é indolor. A velocidade da marcha será determinada pelo teste de esforço (60-80% da velocidade máxima atingida no teste de esforço). O treino será realizado por duas semanas, cinco vezes por semana, por fisioterapeuta com experiência em treino de marcha e na aplicação da estimulação transcraniana. O estudo será supervisionado por um médico neurologista especializado em estimulação cerebral não invasiva. A frequência cardíaca será monitorada para garantir que não haja sobrecarga no sistema cardiovascular.
6. Desconforto ou Risco Esperado: Embora os procedimentos adotados no estudo sejam não-invasivos os voluntários serão submetidos a risco, como por exemplo, quedas durante o treino de marcha e fadiga muscular. Para que estes riscos sejam minimizados ao máximo serão adotadas as seguintes medidas protetoras: o treino de marcha e mobilidade e a estimulação transcraniana serão realizados por uma fisioterapeuta com experiência em treino de marcha em esteira que será acompanhada por ao menos um voluntário. Ambos permanecerão posicionados do lado da criança por todo o treino. Durante o treino a frequência cardíaca da criança será monitorada. A criança poderá interromper a qualquer momento o procedimento, por cansaço ou desconforto.
 7. Informações: o voluntário tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.
 8. Retirada do Consentimento: o voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isto traga qualquer prejuízo para o seu filho.
 9. Aspecto Legal: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº. 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.
 10. Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
 11. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida no laboratório integrado de análise do movimento, Universidade Nove de Julho UNINOVE, localizada na Av. Francisco Matarazzo nº. 612 1º andar – Prédio C – Água Branca – 05001100
3665-9310 / 3665-9309.
 12. Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da UNINOVE: Rua Vergueiro nº. 235/249 1º andar – Liberdade, São Paulo - SP – 01504-001.
Telefones: (11) 3385-9059.

13. Nome Completo e telefones dos pesquisadores para contato:
Orientadora: Cláudia Santos Oliveira (11 3665 9344) e aluna de pós
graduação: Natália de Almeida Carvalho Duarte (11 96734.6289).

14. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após
leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que
minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do
estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de
consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação
dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, de _____ de 2014.

Nome _____ (por _____ extenso)
cuidador: _____

Assinatura
cuidador: _____

7.3 Anexo 3: Sistema de Classificação da Função Motora Grossa

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA PARA PARALISIA CEREBRAL (GMFCS)

Robert Palisano; Peter Rosenbaum; Stephen Walter; Dianne Russell; Ellen Wood;

Barbara Galuppi

Traduzido por Erika Hiratuka (terapeuta ocupacional e pós-graduanda do PPGEEs da

UFSCar – Brasil) sob orientação da Profa. Dra. Thelma Simões Matsukura)

Referência: Dev Med Child Neurol 1997; 39:214-223

Antes do aniversário de 2 anos

Nível I Os bebês sentam-se no chão, mantêm-se sentadas e deixam esta posição com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os bebês engatinham (sobre as mãos e joelhos), puxam-se para levantar e dão passos segurando-se nos móveis. Os bebês andam entre 18 meses e 2 anos de idade sem a necessidade de aparelhos para auxiliar a locomoção.

Nível II Os bebês mantêm-se sentados no chão, mas podem necessitar de ambas as mãos como apoio para manter o equilíbrio. Os bebês rastejam em prono ou engatinham 3 (sobre mãos e joelhos). Os bebês podem puxar-se para ficar em pé e dar passos segurando-se nos móveis.

Nível III Os bebês mantêm-se sentados no chão quando há apoio na parte inferior do tronco. Os bebês rolam e rastejam para frente em prono.

Nível IV Os bebês apresentam controle de cabeça, mas necessitam de apoio de tronco para se sentarem no chão. Os bebês conseguem rolar para a posição supino e podem rolar para a posição prono.

Nível V As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento. Os bebês são incapazes de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco em prono e sentados. Os bebês necessitam da assistência do adulto para rolar.

Entre o segundo e o quarto aniversário

Nível I As crianças sentam-se no chão com ambas as mãos livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e levantar-se do chão são realizadas sem assistência do adulto. As crianças andam como forma preferida de locomoção, sem a necessidade de qualquer aparelho auxiliar de locomoção.

Nível II As crianças sentam-se no chão, mas podem ter dificuldades de equilíbrio quando ambas as mãos estão livres para manipular objetos. Os movimentos de sentar e deixar a posição sentada são realizados sem assistência do adulto. As crianças puxam-se para ficar em pé em uma superfície estável. As crianças engatinham (sobre mãos e joelhos) com padrão alternado, andam de lado segurando-se nos móveis e andam usando aparelhos para auxiliar a locomoção como forma preferida de locomoção.

Nível III As crianças mantêm-se sentadas no chão freqüentemente na posição de W (sentar entre os quadris e os joelhos em flexão e rotação interna) e podem necessitar de assistência do adulto para assumir a posição sentada. As crianças rastejam em prono ou engatinham (sobre as mãos e joelhos), freqüentemente sem movimentos alternados de perna, como seus métodos principais de locomoção. As crianças podem puxar-se para levantar em uma superfície estável e andar de lado segurando-se nos móveis por 4 distâncias curtas. As crianças podem andar curtas distâncias nos espaços internos usando aparelhos auxiliares de locomoção, necessitando de assistência do adulto para direcioná-la e virá-la.

Nível IV As crianças sentam-se no chão quando colocadas, mas são incapazes de manter alinhamento e equilíbrio sem o uso de suas mãos para apoio. As crianças freqüentemente necessitam de equipamento de adaptação para sentar e ficar em pé. A locomoção para curtas distâncias (dentro de uma sala) é alcançada por meio do rolar, rastejar em prono ou engatinhar (sobre as mãos e joelhos) sem movimento alternado de pernas.

Nível V As deficiências físicas restringem o controle voluntário do movimento e a capacidade de manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais do sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e de tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças atingem autolocomoção usando uma cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

Entre o quarto e o sexto aniversário

Nível I As crianças sentam-se na cadeira, mantêm-se sentadas e levantam-se sem a necessidade de apoio das mãos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé sem a necessidade de objetos de apoio. As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas. Iniciam habilidades de correr e pular.

Nível II As crianças sentam-se na cadeira com ambas as mãos livres para manipular objetos. As crianças saem do chão e da cadeira para a posição em pé, mas freqüentemente necessitam de superfície estável para empurrar-se e impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam nos espaços internos e externos, sem a necessidade de aparelhos auxiliares de locomoção, por uma distância curta numa superfície plana. As crianças sobem escadas segurando-se no corrimão, mas são incapazes de correr ou pular.

Nível III As crianças sentam-se em cadeira comum, mas podem necessitar de apoio pélvico e de tronco para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira usando uma superfície estável para empurrar-se e impulsionar-se para cima com os membros superiores. As crianças andam usando aparelhos auxiliares de locomoção em superfícies planas e sobem escadas com a assistência de um adulto. As crianças freqüentemente são transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos em terrenos irregulares.

Nível IV As crianças sentam em uma cadeira, mas precisam de um assento adaptado para controle de tronco e para maximizar a função manual. As crianças sentam-se e levantam-se da cadeira com a ajuda de um adulto ou de uma superfície estável para empurrar-se ou impulsionar-se com os membros superiores. As crianças podem, na melhor das hipóteses, andar por curtas distâncias com o andador e com supervisão do adulto, mas têm dificuldades em virar e manter o equilíbrio em superfícies irregulares. As crianças são transportadas na comunidade. As crianças podem alcançar autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada.

Nível V As deficiências físicas restringem o controle voluntário de movimento e a capacidade em manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas da função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças alcançam autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

Entre o sexto e o décimo segundo aniversário

Nível I As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas sem limitações. As crianças realizam habilidades motoras grossas, incluindo correr e pular, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são reduzidos.

Nível II As crianças andam nos espaços internos e externos e sobem escadas segurando-se no corrimão, mas apresentam limitações ao andar em superfícies irregulares e inclinadas e em espaços lotados ou restritos. As crianças, na melhor das hipóteses, apresentam capacidade mínima para realizar habilidades motoras grossas como correr e pular.

Nível III As crianças andam em espaços internos e externos sobre superfícies regulares usando aparelhos auxiliares de locomoção. As crianças podem subir escadas segurando-se em corrimões. Dependendo da função dos membros superiores, as crianças manejam uma cadeira de rodas manualmente. Podem ainda ser transportadas quando percorrem longas distâncias e quando em espaços externos com terrenos irregulares.

Nível IV As crianças podem manter os níveis funcionais alcançados antes dos seis anos de idade ou depender de cadeira de rodas em casa, na escola e na comunidade. As crianças podem alcançar autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada. **Nível V** As deficiências físicas restringem o controle voluntário de movimento e a capacidade para manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Todas as áreas de função motora estão limitadas. As limitações funcionais no sentar e ficar em pé não são completamente compensadas por meio do uso de adaptações e tecnologia assistiva. Neste nível, as crianças não mostram sinais de locomoção independente e são transportadas. Algumas crianças alcançam a autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

7.4 Anexo 4: Escala de Equilíbrio Pediátrica – EEP

Appendix 1. Brazilian-Portuguese version of the Pediatric Balance Scale.

Nome: _____
 Data: _____
 Local: _____
 Examinador: _____

Descrição do Item	Pontuação	
	Segundos	opcional
1. Posição sentada para posição em pé	0 - 4	
2. Posição em pé para posição sentada		
3. Transferências		
4. Em pé sem apoio		
5. Sentado sem apoio		
6. Em pé com os olhos fechados		
7. Em pé com os pés juntos		
8. Em pé com um pé à frente		
9. Em pé sobre um pé		
10. Girando 360 graus		
11. Virando-se para olhar para trás		
12. Pegando objeto do chão		
13. Colocando pé alternado no degrau/apoio para os pés		
14. Alcançando a frente com braço estendido		

Pontuação Total do Teste _____

Instruções Gerais

- Demonstre cada tarefa e forneça instruções conforme descrito. A criança poderá receber uma demonstração prática em cada item. Se a criança não conseguir completar a tarefa baseada em sua habilidade para entender as orientações, poderá ser realizada uma segunda demonstração prática. Orientações visuais e verbais poderão ser esclarecidas/fornecidas por meio do uso de dicas físicas.
- Cada item deve ser pontuado utilizando-se a escala de 0 a 4. São permitidas várias tentativas em todos os itens. O desempenho da criança deverá ser pontuado baseando-se no menor critério, que descreve o melhor desempenho da criança. Se, na primeira tentativa, a criança receber a pontuação máxima de 4, não será necessário administrar tentativas adicionais. Vários itens exigem que a criança mantenha uma determinada posição durante um tempo específico. Progressivamente, mais pontos são descontados se o tempo ou distância não forem alcançados; se o desempenho do indivíduo necessita de supervisão ou se o indivíduo toca um apoio externo ou recebe ajuda do examinador. Os indivíduos devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto tentam realizar as tarefas. A escolha sobre qual pé ficar em pé ou qual distância alcançar é decidida pelo indivíduo. Um julgamento pode ser influenciado de forma negativa o desempenho e a pontuação. Além dos itens de pontuação 4, 5, negativa o desempenho e a pontuação. Além dos itens de pontuação 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 13, o examinador poderá escolher registrar o tempo exato em segundos.

Equipamento

A Escala de Equilíbrio Pediátrica foi desenvolvida para exigir utilização mínima de equipamento especializado. A seguir, há uma lista completa de itens necessários para administração desta ferramenta:

- Banco de altura ajustável
- Cadeira com suporte no encosto e descanso para os braços
- Cronômetro ou relógio de mão

3. Transferências

INSTRUÇÕES: Arrume as cadeiras perpendicularmente (90 graus) para uma transferência em pivô. **Peça à criança para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço.**

EQUIPAMENTO: Duas cadeiras ou uma cadeira e um banco de altura ajustável. Uma superfície do assento deve ter braços. Uma cadeira/banco deve ser de tamanho adulto padrão e a outra deve ter altura apropriada para permitir que a criança sente-se confortavelmente com os pés apoiados no chão e a noventa graus de flexão do quadril e joelhos.

Melhor das três tentativas

() 4 capaz de transferir-se de forma segura por 30 segundos
 () 3 capaz de transferir-se por 30 segundos sob supervisão (observação) ou pode necessitar de uso definitivo das extremidades superiores para manter-se na posição sentada
 () 2 capaz de transferir-se por 15 segundos
 () 1 capaz de transferir-se por 10 segundos
 () 0 incapaz de transferir-se sem apoio por 10 segundos

Tempo em segundos

6. Em pé sem apoio com os olhos fechados

- Fita adesiva de 2,5 centímetros de largura
- Um apoio para os pés de 15 centímetros de altura
- Apagador de quadro negro
- Fleixa ou fita métrica
- Um pequeno nível (instrumento utilizado para verificar se um plano está horizontal)

Os itens seguintes são opcionais e poderão ser úteis durante a administração do teste:

- 2 moldes dos pés tamanho infantil
- Tapa-olhos (venda)
- Um objeto bem colorido medindo pelo menos 5 centímetros
- Cartões coloridos
- 5 centímetros de fita (duplo) velcro
- 2 fitas de 30 cm de velcro duplo

1. Posição sentada para posição em pé

*** Instrução especial:** Itens nº. 1 e nº. 2 podem ser testados simultaneamente se, na determinação do examinador, puder facilitar o melhor desempenho da criança.

INSTRUÇÕES: **Peça-se à criança para "Manter os braços para cima e ficar em pé".** A criança poderá selecionar a posição dos braços.

EQUIPAMENTO: Um banco de altura apropriada para permitir que os pés da criança permaneçam apoiados no chão com os quadril e joelhos mantidos a 90 graus de flexão.

Melhor das três tentativas

() 4 capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se de forma independente
 () 3 capaz de levantar-se de forma independente utilizando as mãos
 () 2 capaz de levantar-se utilizando as mãos após várias tentativas
 () 1 necessita de ajuda mínima para levantar-se ou estabilizar-se
 () 0 necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se

2. Posição em pé para posição sentada

*** Instrução especial:** Itens nº. 1 e nº. 2 podem ser testados simultaneamente se, na determinação do examinador, puder facilitar o melhor desempenho da criança.

INSTRUÇÕES: **Peça-se à criança para sentar-se devagar, sem utilizar as mãos.** A criança poderá selecionar a posição dos braços.

EQUIPAMENTO: Um banco de altura apropriada para permitir que os pés da criança permaneçam apoiados no chão com os quadril e joelhos mantidos a 90 graus de flexão.

Melhor das três tentativas

() 4 senta-se com segurança com utilização mínima das mãos
 () 3 controla a descida utilizando as mãos
 () 2 utiliza a parte de trás das pernas contra a cadeira para controlar a descida
 () 1 senta-se de forma independente, mas tem descida sem controle
 () 0 necessita de ajuda para sentar-se

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão. Um banco de altura apropriada para permitir que os pés fiquem apoiados no chão com os quadril e joelhos mantidos a noventa graus de flexão.

() 4 capaz de sentar-se de forma segura por 30 segundos
 () 3 capaz de sentar-se por 30 segundos sob supervisão (observação) ou pode necessitar de uso definitivo das extremidades superiores para manter-se na posição sentada
 () 2 capaz de sentar-se por 15 segundos
 () 1 capaz de sentar-se por 10 segundos
 () 0 incapaz de sentar-se sem apoio por 10 segundos

Tempo em segundos

Meior das três tentativas

- () 4 capaz de transferir-se com segurança e uso mínimo das mãos
 () 3 capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
 () 2 capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão (observação)
 () 1 necessita de uma pessoa para ajustar
 () 0 necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar (monitoramento próximo) para sentir-se seguro

4. Em pé sem apoio

INSTRUÇÕES: **Pede-se à criança que fique em pé por 30 segundos sem se apoiar ou mover seus pés.** Uma fita adesiva ou moldes dos pés poderão ser colocados no chão para ajudar a criança a manter a posição estática dos pés. A criança poderá se envolver em uma conversa não estressante para manter o tempo de atenção por 30 segundos. Reações de troca de peso e equilíbrio nos pés são aceitáveis; o movimento do pé no espaço (fora da superfície de suporte) indica final do tempo do teste.

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão. Uma fita adesiva de 30 cm de comprimento ou dois moldes dos pés colocados separados equivalente à distância da largura dos ombros.

- () 4 capaz de permanecer em pé por 30 segundos
 () 3 capaz de permanecer em pé por 30 segundos sob supervisão (observação)
 () 2 capaz de permanecer em pé por 15 segundos sem apoio
 () 1 necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 10 segundos sem apoio
 () 0 incapaz de permanecer em pé por 10 segundos sem ajuda

____ **Tempo em segundos**

Instruções especiais: Se a criança puder permanecer em pé por 30 segundos sem apoio, marque pontuação máxima para sentir-se sem apoio no item nº. 5. Continue com o item nº. 6.

5. Sentando sem apoio nas costas e com os pés apoiados no chão

INSTRUÇÕES: **Por favor, sente-se com os braços cruzados sobre seu peito por 30 segundos.** A criança poderá se envolver em uma conversa não estressante para manter o tempo de atenção por 30 segundos. O tempo deverá ser interrompido se reações de proteção no tronco ou extremidades superiores forem observadas.

- () 2 capaz de posicionar os pés juntos de forma independente, mas não pode sustentar por 30 segundos
 () 1 necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer em pé por 30 segundos com os pés juntos
 () 0 necessita de ajuda para posicionar-se e/ou é incapaz de permanecer nessa posição por 30 segundos
 () 0 necessita de ajuda para posicionar-se e/ou é incapaz de permanecer nessa posição por 30 segundos

____ **Tempo em segundos**

8. Em pé sem apoio com um pé à frente

INSTRUÇÕES: **Pede-se à criança que fique em pé, com um pé à frente do outro, com o calcanhar tocando os dedos do pé de trás.** Se a criança não conseguir colocar os pés um à frente do outro (diretamente na frente), pede-se que dê um passo à frente o suficiente para permitir que o calcanhar de um pé seja colocado à frente dos dedos do pé fixo. Uma fita adesiva e/ou moldes dos pés poderão ser colocados no chão para ajudar a criança a manter a posição estática dos pés. Além de uma demonstração visual, poderá ser dada uma dica física simples (assistência com colocação). A criança poderá se envolver em uma conversa não estressante para manter o tempo de atenção por 30 segundos. Reações de troca de peso e/ou equilíbrio nos pés são aceitáveis. O tempo do teste poderá ser interrompido se qualquer um dos pés se mover no espaço (deixar a superfície de suporte) e/ou as extremidades superiores forem utilizadas.

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão, uma fita adesiva de 30 centímetros ou dois moldes dos pés colocados na direção calcanhar aos dedos do pé.

Meior das três tentativas**6. Em pé sem apoio com os olhos fechados**

INSTRUÇÕES: **Pede-se à criança que fique em pé parada com os pés separados equivalente à largura dos ombros e feche os olhos por 10 segundos.** Orientação: "Quando eu disser feche os olhos, eu quero que você fique parada, feche os olhos e mantenha-os fechados até eu dizer para abri-los". Se necessário, pode-se usar um tapa-olhos. Reações de troca de peso e equilíbrio nos pés são aceitáveis; movimento do pé no espaço (fora da superfície de suporte) indica o final do tempo do teste. Uma fita adesiva ou moldes dos pés poderão ser colocados no chão para ajudar a criança a manter a posição estática dos pés.

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão. Uma fita adesiva de 30 centímetros ou dois moldes dos pés colocados separados equivalente à distância da largura dos ombros, um tapa-olhos.

Meior das três tentativas

- () 4 capaz de permanecer em pé por 10 segundos de forma segura
 () 3 capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão
 () 2 capaz de permanecer em pé por 3 segundos
 () 1 incapaz de permanecer com os olhos fechados por 3 segundos, mas mantém-se firme
 () 0 necessita de ajuda para evitar queda

____ **Tempo em segundos**

7. Em pé sem apoio com os pés juntos

INSTRUÇÕES: **Pede-se que a criança coloque seus pés juntos e fique em pé parada sem segurar-se.** A criança poderá se envolver em uma conversa não estressante para manter o tempo de atenção por 30 segundos. Reações de troca de peso e equilíbrio nos pés são aceitáveis; movimento do pé no espaço (fora da superfície de suporte) indica o final do tempo do teste. Uma fita adesiva ou moldes dos pés poderão ser colocados no chão para ajudar a criança a manter a posição estática dos pés.

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão, uma fita adesiva de 30 centímetros ou dois moldes dos pés colocados juntos.

Meior das três tentativas

- () 4 capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer em pé por 30 segundos de forma segura
 () 3 capaz de posicionar os pés juntos de forma independente e permanecer em pé por 30 segundos com supervisão (observação)

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão, uma fita adesiva de 30 centímetros ou dois moldes dos pés colocados na direção calcanhar para os dedos do pé.

Meior das três tentativas**Meior das três tentativas**

- () 4 capaz de levantar a perna de forma independente e sustentar por 10 segundos
 () 3 capaz de levantar a perna de forma independente e sustentar de 5 a 9 segundos
 () 2 capaz de levantar a perna de forma independente e sustentar de 3 a 4 segundos
 () 1 tenta levantar a perna, é incapaz de sustentar por 3 segundos, mas permanece em pé
 () 0 incapaz de levantar ou necessita de ajuda para evitar queda

10. Girar 360 graus

INSTRUÇÕES: **Pede-se para a criança girar completamente em torno de si mesma em uma volta completa, PARE, e então gire completamente em torno de si mesma na outra direção.**

EQUIPAMENTO: Um cronômetro ou relógio de mão.

- () 4 capaz de girar 360 graus de forma segura em 4 segundos ou menos cada volta (total menor que 8 segundos)
 () 3 capaz de girar 360 graus de forma segura somente em uma direção em 4 segundos ou menos; para completar a volta na outra direção requer mais que 4 segundos

Melhor das três tentativas

- () 4 capaz de colocar um pé à frente do outro de forma independente e sustentar por 30 segundos
- () 3 capaz de colocar o pé adiante do outro de forma independente e sustentar por 30 segundos
- Obs.:** o comprimento do passo deve exceder o comprimento do pé fixo, e a largura da posição em pé deve aproximar-se da largura do passo normal da criança.
- () 2 capaz de dar um pequeno passo de forma independente e sustentar por 30 segundos ou necessita de ajuda para colocar um pé à frente, mas pode ficar em pé por 30 segundos
- () 1 necessita de ajuda para dar o passo, mas permanece por 15 segundos
- () 0 perde o equilíbrio ao tentar dar o passo ou ficar em pé
- _____ **Tempo em segundos**

9. Em pé sobre uma perna

INSTRUÇÕES: *Pede-se que a criança fique em pé sobre uma perna o máximo que puder sem se segurar.* Se necessário, a criança poderá ser instruída a manter seus braços ao longo do corpo ou com as mãos na cintura. Uma fita adesiva e/ou moldes dos pés poderão ser colocados no chão para ajudar a criança a manter a posição estática dos pés. Reações de troca de peso e/ou equilíbrio nos pés são aceitáveis. O tempo do teste

de troca de peso e/ou equilíbrio nos pés são aceitáveis. O tempo do teste poderá ser interrompido se o pé que está sustentando o peso mover-se no espaço (deixar a superfície de suporte); se o membro superior tocar a perna oposta ou se a superfície de apoio e/ou extremidades superiores foram utilizadas para apoio.

12. Pegar objeto do chão a partir de uma posição em pé

INSTRUÇÕES: *Pede-se para que a criança pegue um apagador de lousa colocado aproximadamente no comprimento dos seus pés, na frente do seu pé dominante.* Em crianças em que a dominância não é clara, pergunte para ela qual mão ela quer usar e coloque o objeto à frente do pé correspondente.

EQUIPAMENTO: Um apagador de lousa, uma fita adesiva ou moldes dos pés.

- () 4 capaz de pegar o apagador de forma segura e facilmente
- () 3 capaz de pegar o apagador, mas necessita de supervisão (observação)
- () 2 incapaz de pegar o apagador, mas alcança a distância de 2 a 5 centímetros do apagador e mantém o equilíbrio de forma independente
- () 1 incapaz de pegar o apagador, necessita de supervisão (observação) enquanto está tentando
- () 0 incapaz de tentar, necessita de ajuda para evitar a perda do equilíbrio ou a queda

13. Colocar o pé alternadamente no apoio enquanto permanece em pé sem apoio

- () 4 capaz de pegar o apagador de forma segura e facilmente
- () 3 capaz de pegar o apagador, mas necessita de supervisão (observação)
- () 2 incapaz de pegar o apagador, mas alcança a distância de 2 a 5 centímetros do apagador e mantém o equilíbrio de forma independente
- () 1 incapaz de pegar o apagador, necessita de supervisão (observação) enquanto está tentando
- () 0 incapaz de tentar, necessita de ajuda para evitar a perda do equilíbrio ou a queda

13. Colocar o pé alternadamente no apoio enquanto permanece em pé sem apoio

INSTRUÇÕES: *Pede-se à criança que coloque cada pé alternadamente no apoio para os pés (degraus) e continue até que cada pé tenha tocado o apoio quatro vezes.*

EQUIPAMENTO: Um degrau/apoio para os pés de 10 centímetros de altura, um cronômetro ou relógio de mão.

- () 4 capaz de permanecer em pé de forma independente e segura e completa 8 toques no apoio em 20 segundos
- () 3 capaz de permanecer em pé de forma independente e completa 6 toques no apoio em mais que 20 segundos
- () 2 capaz de completar 4 toques no apoio sem ajuda, mas necessita supervisão próxima (observação)
- () 1 capaz de completar 2 toques no apoio, necessita de ajuda mínima
- () 0 necessita de ajuda para manter equilíbrio ou evitar a queda, incapaz de tentar

requer mais que 4 segundos

- () 2 capaz de girar 360 graus de forma segura, mas lentamente
- () 1 necessita de supervisão próxima (observação) ou dicas verbais constantes
- () 0 necessita de ajuda enquanto gira

_____ **Tempo em segundos**

11. Virar e olhar para trás por cima do ombro esquerdo e direito enquanto permanece em pé

INSTRUÇÕES: *Pede-se à criança que fique em pé com seus pés parados, fixos em um lugar. "Siga este objeto conforme eu tor movimentando-o. Mantenha o olhar enquanto ele se move, mas não movimente os pés".*

EQUIPAMENTO: Um objeto bem colorido medindo pelo menos 5 centímetros ou cartões coloridos, uma fita adesiva de 30 centímetros de comprimento ou dois moldes dos pés colocados separados equivalente à distância dos ombros.

- () 4 olha para trás por cima de cada ombro; a troca de peso inclui rotação do tronco
- () 3 olha para trás e sobre o ombro com rotação do tronco; a troca de peso na direção oposta ao ombro; não há rotação do tronco
- () 2 vira a cabeça para olhar no nível do ombro, não há rotação do tronco

- () 2 vira a cabeça para olhar no nível do ombro, não há rotação do tronco
- () 1 necessita de supervisão (observação) quando vira, o queixo move-se mais do que a metade da distância do ombro
- () 0 necessita de ajuda para evitar perder o equilíbrio ou cair; movimento do queixo é menor do que a metade da distância do ombro

14. Alcançar a frente com o braço estendido permanecendo em pé

Instrução Geral e Instalação: Uma fita métrica, fixada na horizontal em uma parede com as fitas de velcro, será utilizada como ferramenta de medida. Usa-se uma fita adesiva e/ou moldes dos pés para manter o pé estático no chão. Pede-se à criança que alcance a frente o mais longe possível sem cair e sem pisar além da linha. A articulação metacarpofalangiana da mão da criança será utilizada como ponto de referência anatômica para as medidas. Ajuda poderá ser dada para posicionar inicialmente o braço da criança a 90 graus. Não será dado suporte durante o processo de alcance. Se uma flexão de 90 graus do ombro não for atingida, então este item será omitido.

INSTRUÇÕES: *Pede-se que a criança levante o braço desta maneira "Estique seus dedos, feche a mão e tente alcançar a frente o mais longe que você puder sem mover seus pés".*

EQUIPAMENTO: Uma fita métrica ou régua, uma fita adesiva ou moldes dos pés, um pequeno nível.

de 90 graus do ombro não for atingida, então este item será omitido.

INSTRUÇÕES: *Pede-se que a criança levante o braço desta maneira "Estique seus dedos, feche a mão e tente alcançar a frente o mais longe que você puder sem mover seus pés".*

EQUIPAMENTO: Uma fita métrica ou régua, uma fita adesiva ou moldes dos pés, um pequeno nível.

Pontuação média das três tentativas:

- () 4 capaz de alcançar a frente de forma consistente mais que 25 centímetros
- () 3 capaz de alcançar a frente mais que 12,5 centímetros com segurança
- () 2 capaz de alcançar a frente mais que 5 centímetros com segurança
- () 1 capaz de alcançar a frente, mas necessita de supervisão (observação)
- () 0 perde o equilíbrio enquanto está tentando, necessita de apoio externo

_____ **Pontuação Total do Teste**

PONTUAÇÃO MÁXIMA = 38

7.5 Anexo 5: Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções

Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunções Versão 1.0 – Brasileira

Nome: _____ Data do teste: _____
Idade: _____ Identificação: _____ Entrevistador: _____

SUMÁRIO DOS ESCORES Escore Compostos

ÁREA		Escore Bruto
Auto-cuidado	Habilidades funcionais	
Mobilidade	Habilidades funcionais	
Função Social	Habilidades funcionais	
Auto-cuidado	Assistência do cuidador	
Mobilidade	Assistência do cuidador	
Função Social	Assistência do cuidador	

Modificações (frequência)											
Auto-cuidado				Mobilidade				Função Social			
N	C	R	E	N	C	R	E	N	C	E	N

Parte I: Habilidades funcionais

Área de Auto-cuidado

(marque cada item com 0=incapaz e

1= capaz)

A: TEXTURA DOS ALIMENTOS		
	0	1
1. Come alimento batido\amassado\coado		
2. Come alimento moído\ granulado		
3. Come alimento picado\em pedaços		
4. Come comidas de textura variada		
B: UTILIZAÇÃO DE UTENSÍLIOS		
5. Alimenta-se com os dedos		
6. Pega comida com colher e leva até a boca		
7. Usa bem a colher		
8. Usa bem o grafo		
9. Usa faca para passar manteiga no pão, cortar alimentos macios		

C: UTILIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE BEBER		
10. Segura mamadeira ou copo com bico ou canudo		
11. Levanta copo para beber, mas pode derramar		
12. Levanta, com firmeza, copo sem tampa usando as 2 mãos		
13. Levanta, com firmeza, copo sem tampa usando 1 mão		
14. Serve-se de líquido de uma jarra ou embalagem		
D: HIGIENE ORAL		
15. Abra a boca para limpeza dos dentes		
16. Segura escova de dente		
17. Escova os dentes, porém sem escovação completa		
18. Escova os dentes completamente		
19. Coloca creme dental na escova		
E: CUIDADO COM OS CABELOS		
20. Mantém a cabeça estável enquanto o cabelo é penteado		
21. Leva pente ou escova até o cabelo		
22. Escova ou penteia o cabelo		
23. É capaz de desembaraçar e partir o cabelo		
F: CUIDADO COM O NARIZ		
24. Permite que o nariz seja limpo		
25. Assoa o nariz com o lenço		
26. Limpa nariz usando lenço o papel solicitado		
27. Limpa nariz usando lenço ou papel sem ser solicitado		
28. Limpa e assoa o nariz sem ser solicitado		
G: LAVAS AS MÃOS		
29. Mantém as mãos elevadas para que as mesmas sejam lavadas		
30. Esfrega as mãos uma na outra para limpá-las		
31. Abre e fecha a torneira e utiliza sabão		
32. Lava as mãos completamente		
33. Seca as mãos completamente		
H: LAVAR O CORPO E A FACE		
34. Tenta lavar partes do corpo		
35. Lava o corpo completamente não incluindo a face		
36. Utiliza sabonete (e esponja se for costume)		
37. Seca o corpo completamente		
38. Lava e seca a face completamente		

I: AGASALHO \ VESTIMENTAS ABERTAS NA FRENTE		
39. Auxilia empurrando os braços para vestir a manga da camiseta		
40. Retira camiseta, vestido ou agasalho sem fecho		
41. Retira camiseta, vestido ou agasalho com fecho		
42. Coloca e retira camisas abertas na frente, porém sem fechar		
43. Coloca e retira camisas abertas na frente, fechando-as		
J: FECHOS		
44. Tenta participar no fechamento de vestimentas		
45. Abre e fecha fecho de correr, sem separá-lo ou fechar o botão		
46. Abre e fecha colchete de pressão		
47. Abotoa e desabotoa		
48. Abre e fecha o fecho de correr separando e fechando colchete \ botão		
K: CALÇAS		
49. Auxilia colocando as pernas dentro da calça para vestir		
50. Retira calças com elástico na cintura		
51. Veste calças com elástico na cintura		
52. Retira calças, incluindo abrir fechos		
53. Veste calças incluindo fechar fechos		
L: SAPATOS \ MEIA		
54. Retira meias e abre os sapatos		
55. Calça sapatos \ sandálias		
56. Calça meias		
57. Coloca o sapato no pé correto: maneja fechos de velcro		
58. Amarra sapatos (prepara cadarço)		
M: TAREFAS DE TOALETE		
59. Auxilia no manejo da roupa		
60. Tenta limpar-se depois de utilizar o banheiro		
61. Utiliza vaso sanitário, papel higiênico e dá descarga		
62. Lida com roupas antes e depois de utilizar o banheiro		
63. Limpa-se completamente depois de evacuar.		
N: CONTROLE URINÁRIO		
64. Indica quando molhou fralda ou calça		

65. Ocasionalmente indica necessidade de urinar (durante dia)		
66. Indica, consistentemente, necessidade de urinar e com tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)		
67. Vai ao banheiro sozinho para urinar (durante o dia)		
68. Mantém-se constantemente seco durante o dia e a noite		
O: CONTROLE INTESTINAL		
69. Indica necessidade de se trocar		
70. Ocasionalmente manifesta vontade de ir ao banheiro (durante o dia)		
71. Indica, consistentemente, necessidade de evacuar e com tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)		
72. Faz distinção entre urinar e evacuar		
73. Vai ao banheiro sozinho para evacuar, não tem acidentes intestinais		
Somatório da Área de Auto-cuidado		

Área de Mobilidade

A: TRANSFERÊNCIA NO BANHEIRO		
1. Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou no adulto		
2. Fica sentado sem apoio na privada ou no troninho		
3. Senta e levanta da privada baixa ou troninho		
4. Senta e levanta da privada própria para adulto		
5. Senta e levanta da privada sem usar seus próprios braços		
B: TRANSFERÊNCIAS DE CADEIRA \ CADEIRAS DE RODAS		
6. Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou adulto		
7. Fica sentado em cadeira ou banco sem apoio		
8. Senta e levanta de cadeira\ cadeira de rodas baixa\infantil		
9. Senta e levanta de cadeira\ cadeira de rodas de tamanho adulto		
10. Senta e levanta de cadeira sem usar seus próprios braços		
C1: TRANSFERÊNCIA NO CARRO		
11. Movimenta-se no carro: mexe-se e sobe\desce da cadeirinha de carro		
12. Entra e sai do carro com pouco auxílio ou instrução		

13. Entra e sai do carro sem assistência ou instrução		
14. Maneja cinto de segurança ou cinto da cadeirinha de carro		
15. Entra e sai do carro e abre e fecha a porta do mesmo		
C 2: TRANSFERÊNCIA NO ÔNIBUS		
11 b. Sobe e desce do banco do ônibus		
12b. Move-se com ônibus sem movimento		
13b. Desce a escada do ônibus		
14b. Passa na roleta		
15b. Sobe a escada do ônibus		
D: MOBILIDADE NA CAMA		
16. Passa de deitado para sentado na cama ou berço		
17. Passa para sentado na beirada da cama		
18. Sobe e desce da sua própria cama		
19. Sobe e desce de sua própria cama sem usar os braços		
E: TRANSFERÊNCIA NO CHUVEIRO		
20. Entra no Box\cortinado		
21. Sai do Box\cortinado		
22. Agacha para pegar sabonete ou shampoo no chão		
23. Abre e fecha Box\cortinado		
24. Abre e fecha torneira		
F: MÉTODOS DE LOCOMOÇÃO EM AMBIENTES INTERNOS		
25. Rola, pivoteia, arrasta ou engatinha no chão		
26. Anda, porém segurando-se na mobília, parede, adulto ou utiliza aparelhos de apoio		
27. Anda sem auxílio		
G: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO DISTÂNCIA\VELOCIDADE		
28. Move-se pelo ambiente mas com dificuldade (cai, velocidade lenta para a idade)		
29. Move-se pelo ambiente sem dificuldade		
30. Move-se entre ambientes, mas com dificuldade (cai, velocidade lenta para a idade)		
31. Move-se entre ambientes sem dificuldade		
32. Move-se em ambientes internos por 15 m; abre e fecha portas internas e externas		
H: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO: ARRASTA\CARREGA OBJETOS		
33. Muda de lugar intencionalmente		
34. Move-se concomitantemente com objetos pelo chão		

35. Carrega objetos pequenos que cabem em uma mão		
36. Carrega objetos grandes que requerem a utilização das duas mãos		
37. Carrega objetos frágeis ou que contenham líquido		
I: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO MÉTODOS		
38. Anda, mas segura em objetos, adulto ou aparelhos de apoio		
39. Anda sem apoio		
J: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO DISTÂNCIA\VELOCIDADE		
40. Move-se por 3-15 m (comprimento de um carro)		
41. Move-se por 15-30 m (comprimento de 5 a 10 carros)		
42. Move-se por 30-45 m		
43. Move-se por 45 m ou mais, mas com dificuldade (tropeça velocidade lenta para a idade)		
44. Move-se por mais 45 m sem dificuldade		
K: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO SUPERFÍCIE		
45. Superfícies niveladas (passeios e ruas planas)		
46. Superfícies pouco acidentadas (asfalto rachado)		
47. Superfícies irregulares e acidentadas (gramados e ruas de cascalho)		
48. Sobe e desce rampas ou inclinações		
49. Sobe e desce meio-fio		
L: SUBIR ESCADAS		
50. Arrasta-se, engatinha para cima por partes ou lances parciais de escadas (1-11 degraus)		
51. Arrastas, engatinha para cima por um lance de escadas completa (12-15 degraus)		
52. Sobe partes de um lance de escadas (ereto)		
53. Sobe um lance completo, mas com dificuldade (lento para a idade)		
54. Sobe conjunto de lances de escadas sem dificuldade		
M: DESCER ESCADAS		
55. Arrasta-se, engatinha para baixo por partes ou lances parciais de escadas (1-11 degraus)		
56. Arrasta, rasteja para baixo por um lance de escadas		
57. Desce parte de um lance de escadas (ereto) completo (12-15 degraus)		
58. Desce um lance completo, mas com dificuldade (lento para a idade)		
59. Desce conjunto de lances de escadas sem		

dificuldade		
Somatória da área de mobilidade		
Área de Função Social		
A: COMPREENSÃO DO SIGNIFICADO DA PALAVRA		
1. Orienta-se pelo som		
2. Reage ao 'não", reconhece o próprio nome ou de alguma pessoa familiar		
3. Reconhece 10 palavras		
4. Entende quando você fala sobre relacionamento entre pessoas e/ou coisas que são visíveis		
5. Entende quando você fala sobre tempo e seqüência de eventos		
B: COMPREENSÃO DE SENTENÇAS COMPLEXAS		
6. Compreende sentenças curtas sobre objetos e pessoas familiares		
7. Compreende comando simples com palavras que descrevem pessoas ou coisas		
8. Compreende direções que descrevem onde alguma coisa está		
9. Compreende comando de dois passos, utilizando-se se\então, antes\depois, primeiro\segundo		
10. Compreende duas sentenças que falam de um mesmo sujeito mas de uma forma diferente		
C: USO FUNCIONAL DA COMUNICAÇÃO		
11. Nomeia objetos		
12. Usa palavras específicas ou gestos para direcionar ou requisitar ações de outras pessoas		
13. Procura informações fazendo perguntas		
14. Descreve ações ou objetos		
15. Fala sobre sentimentos ou pensamentos próprios		
D: COMPLEXIDADE DA COMUNICAÇÃO EXPRESSIVA		
16. Usa gesto que têm propósito adequado		
17. Usa uma única palavra com significado adequado		
18. Combina duas palavras com significado adequado		
19. Usa sentenças de 4-5 palavras		
20. Conecta duas ou mais idéias para contar uma história simples		
E: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS		
21. Tenta indicar o problema ou dizer que é necessário para ajudar a resolvê-lo		

22. Se transtornado por causa de um problema, a criança precisa ser ajudada imediatamente ou o seu comportamento é prejudicado		
23. Se transtornado por causa de um problema, a criança consegue pedir ajuda e esperar se houver uma demora de pouco tempo		
24. Em situações comuns, a criança descreve o problema e seus sentimentos com algum detalhe		
25. Diante de algum problema comum, a criança pode procurar um adulto para trabalhar uma solução conjunta.		
F: JOGO SOCIAL INTERATIVO (ADULTO)		
26. Mostra interesse em relação a outro		
27. Inicia uma brincadeira familiar		
28. Aguarda sua vez em um jogo simples quando é dada dica que é sua vez		
29. Tenta imitar uma ação prévia de um adulto durante uma brincadeira		
30. Durante a brincadeira a criança pode sugerir passos novos ou diferentes, ou responder a uma sugestão de um adulto com uma outra idéia		
G: INTERAÇÃO COM OS COMPANHEIROS		
31. Percebe a presença de outras crianças e pode vocalizar ou gesticular para os companheiros		
32. Interage com outras crianças em situações breves e simples		
33. Tenta exercitar brincadeiras simples em uma atividade com outra criança		
34. Planeja e executa atividade cooperativa com outras crianças; brincadeira é complexa e mantida		
35. Brinca de jogos de regras		
H: BRINCADEIRA COM OBJETOS		
36. Manipula brinquedos, objetos ou o corpo com intenção		
37. Usa objetos reais ou substituídos em seqüência simples de faz-de-conta		
38. Agrupa matéria para formar alguma coisa		
39. Inventa longas rotinas de faz-de-conta envolvendo coisas que a criança já entende ou conhece		
40. Inventa seqüências elaboradas de faz-de-conta a partir da imaginação		
I: AUTO-INFORMAÇÃO		

41. Diz o primeiro nome		
42. Diz o primeiro e o último nome		
43. Dá o nome e informações descritivas sobre os membros da família		
44. Da o endereço completo de casa, se no hospital dá o nome do hospital e o número do quarto		
45. Dirigi-se a um adulto para pedir auxílio sobre como voltar para casa ou voltar ao quarto do hospital		
J: ORIENTAÇÃO TEMPORAL		
46. Tem uma noção geral do horário das refeições e das rotinas durante o dia		
47. Tem alguma noção de seqüência dos eventos familiares na semana		
48. Tempo conceitos simples de tempo		
49. Associa um horário específico com atividade\eventos		
50. Olha o relógio regularmente ou pergunta as horas para cumprir o curso das obrigações		
K: TAREFAS DOMESTICAS		
51. Começa a ajudar a cuidar dos seus pertences se for dada uma orientação e ordens constantes		
52. Começa a ajudar as tarefas domésticas simples se for dada uma orientação e ordens constantes		
53. Ocasionalmente inicia rotinas simples para cuidar dos seus próprios pertences; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las		
54. Ocasionalmente inicia tarefas domésticas simples; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las		
55. Inicia e termina pelo menos uma tarefa doméstica envolvendo vários passos e decisões; pode requisitar ajuda física		
L: AUTO PROTEÇÃO		
56. Mostra cuidado apropriado quando esta perto de escadas		
57. Mostra cuidado apropriado perto de objetos quentes ou cortantes		
58. Ao atravessar a rua na presença de um adulto, a criança não precisa ser advertida sobre as normas de segurança		
59. Sabe que não deve aceitar passeios, comida ou dinheiro de estranhos		
60. Atravessa rua movimentada com segurança na ausência de adulto		

M: FUNÇÃO COMUNITÁRIA		
61. A criança brinca em casa com segurança, sem precisar ser vigiada constantemente		
62. Via ao ambiente externo da casa com segurança e é vigiada apenas periodicamente		
63. Segue regras\expectativas da escola e de estabelecimentos comunitários		
64. Explora e atua em estabelecimentos comunitários sem supervisão		
65. Faz transações em uma loja da vizinhança sem assistência		
Somatória da área de função social		