

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
MESTRADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

ARISLANDER JONATHAN LOPES DUMONT

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA EM
INDIVÍDUOS APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: ESTUDO
CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO E DUPLO CEGO.**

São Paulo, SP

2016

ARISLANDER JONATHAN LOPES DUMONT

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA EM
INDIVÍDUOS APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: ESTUDO
CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO E DUPLO CEGO.**

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

Orientadora

Prof^a Dra. Claudia Santos Oliveira

Co- Orientadora

Prof^a Dra. Manuela Galli

São Paulo, SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Dumont, Arislander Jonathan Lopes.

Estimulação transcraniana por corrente continua associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos após acidente vascular cerebral: estudo clinica aleatorizado controlado e duplo cego./Arislander Jonathan Lopes Dumont. 2015.

110 f.

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

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

1. Acidente vascular cerebral. 2. Fisioterapia. 3. Marcha. 4. Equilíbrio. 5. Estimulação elétrica.

I. Oliveira, Claudia Santos.

II. Titulo

CDU 615.831

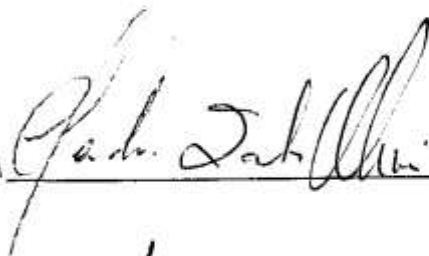
São Paulo, 25 de fevereiro de 2016.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno (a): Aislander Jonathan Lopes Dumont

Título da Dissertação: "Estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos após acidente vascular cerebral: estudo clínico aleatorizado controlado e duplo cego"

Presidente: PROFª. DRª. CLAUDIA SANTOS OLIVEIRA



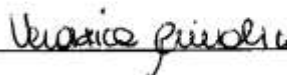
Membro: PROF. DR. FABIANO POLITTI



Membro: PROF. DR. RUBENS JOSÉ GAGLIARDI



Membro: PROFª DRª. VERONICA CIMOLIN



DEDICATÓRIA

A **Deus**,

Pelas oportunidades que me foram dadas, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, más também por ter vivido fases difíceis que foram matérias-primas de aprendizado.

Aos meus pais **Edneias** e **Arislander**, ao meu padrasto **Helio** e madrasta **Maristela**.

Pela educação que todos me ensinaram, pelo imenso apoio nas minhas decisões, pelo incentivo e carinho, acima de tudo por terem me criticado na hora das minhas escolhas erradas e mostrado o melhor caminho (sem vocês eu não seria nada).

Aos meus irmãos **Arislene**, **Paula**, **Natasha**, **Arislane**, **Arisvane** e **Crislander**.

Por acreditar em mim, pelo incentivo, total apoio e pela força e motivação para continuar a estudar.

Aos meus avós **Alcino** e **Maria**.

Pelo imenso amor, carinho, dedicação. Agradeço a Deus todos os dias por vocês fazerem parte da minha vida, vocês são a minha maior fonte de inspiração e admiração.

A minha tia **Vera Lucia** e o meu tio **Marco Antônio**.

Obrigado por terem participado ativamente da minha educação, por ter me tratado sempre como um filho, pelo incentivo e carinho (devo muito a vocês).

A minha noiva **Jéssica Anyara**.

Pela cumplicidade, por ter sonhado junto comigo, incentivo, compreensão, confiança, por ter me dado força nas horas difíceis, pela paciência, por ter compreendido minha ausência e acima de tudo pela fé e amor.

A minha família **tios, tias, primos e primas**.

Pelo apoio, incentivo e imenso carinho.

“O segredo da vida não é ter tudo que você quer, mas amar tudo que você tem”

George Carlin

AGRADECIMENTOS

Foi uma longa caminhada, dois anos de puro aprendizado tanto profissional quanto pessoal. Neste caminho passei por inúmeras etapas e momentos, sempre estiveram ao meu lado, sou imensamente grato a todos.

À **Claudia Santos Oliveira** agradeço pela confiança, por ter acreditado em mim e por ter me aceitado como orientando mesmo sabendo da minha imaturidade acadêmica. Acredito que Deus colocou em meu caminho mais uma mãe 'científica' mais realmente com um coração, paciência e sabedoria de uma mãe, com sua ajuda realizei o meu maior sonho até hoje. Tenho muito orgulho de ser seu aluno e levarei isso para sempre.

Ao **Fabiano Politti**, por ter me incentivado a ingressar no mundo científico. Tenho você como exemplo e se hoje caminhei até aqui e por que você que me ajudou a dar os primeiros passos. Muito obrigado.

A **Veronica Cimolin e Manuela Galli** *Duedonnestrordinarie, devo solo ringraziare, hoimparatomolto da voi e hoconosciutoposti bellissimi Graziemille!*

Aos **pacientes e familiares**, por ter acreditado no estudo, pela confiança e parceria sem vocês não seria possível concluir o estudo.

À **Universidade Nove de Julho**, pelo auxílio e apoio concedido, e por acreditar no potencial deste estudo.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pelo auxílio e apoio concedido, com seu apoio o projeto tornou-se menos difícil.

Ao **CIRCO SPACIAL e Companhia (Margareth, Maristela, Marlene, Valdete, Gilmar, Roberto)** por compreender minha ausência, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos do Laboratório Integrado de Análise de Movimento Humano e Laboratório de Neuromodulação: **Cibele Santos, Roberta Lazzari, Luiz Braun, Hugo Neto, Luanda Grecco, Natália Carvalho, Renata Calhes e Jamile Palmagalera** vocês são demais nunca me esquecerei de tudo que fizeram por mim e a amizade de vocês e para vida toda.

“Há pessoas que entram por acaso em nossas vidas...Mas não é por acaso que elas têm o privilégio de permanecerem”.

Willian Shakespeare

Resumo

Objetivo: Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre a marcha, equilíbrio estático e mobilidade funcional de indivíduos pós-acidente vascular cerebral (AVC). **Materiais e Métodos:** Estudo I: Foi realizada uma busca em cinco bases de dados *Medline, PEDro, Lilacs, SciELO e PubMed*, a qualidade metodológica foi avaliada com a escala PEDro. Estudo II: Um paciente com hemiparesia decorrente de um AVC isquêmico foi submetido a uma única sessão de treino de marcha em esteira associada à ETCC. Para avaliação foi utilizada uma plataforma de força (Kistler modelo 9286BA). Estudo III: A amostra foi composta por 28 indivíduos pós-AVC, alocados aleatoriamente em dois: grupo experimental (GE) n= 14 (treino de marcha em esteira + ETCC ativa) e grupo controle (GC) n=14 (treino de marcha em esteira + ETCC Placebo). A avaliação foi realizada por meio de análise tridimensional da marcha, estabilometria e mobilidade funcional. Foram realizados 10 treinos em duas semanas consecutivas, cinco sessões por semana (20 minutos cada). **Resultados:** Estudo I: 14 ensaios clínicos controlados abordando avaliação do equilíbrio estático e/ou dinâmico de indivíduos após - AVC foram incluídos no estudo. Estudo II: Sob as condições de olhos aberto e fechados foram encontrados reduções na oscilação ântero-posterior, comprimento traço e na velocidade de oscilação imediatamente após ETCC. Estudo III: O GE apresentou resultado significativo ($p < 0,05$) nos índices (Joelho KMSw e K- ROM) e (Tornozelo AMSt, AMSw e A-ROM) e na mobilidade funcional **Conclusão:** Com base nos resultados apresentados sugere-se que a ETCC associada ao treino de marcha em esteira tem efeito sobre a marcha e na mobilidade funcional de indivíduos pós-AVC.

Palavras-chaves: acidente vascular cerebral, fisioterapia, equilíbrio, marcha, estimulação elétrica

ABSTRACT

Objective: *determine the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) of the primary motor cortex combined with treadmill training on the gait, static balance and functional mobility in individuals post-stroke.***Materials and Methods:** *Study I: Study I: A search was conducted in five Medline, PEDro, Lilacs, SciELO and PubMed. Methodological quality was assessed according to the PEDroscale. Study II: A patient with hemiparesis due to ischemic stroke was subjected to a single gait training session on a treadmill associated with tDCS. For evaluation we used a force plate (Kistler 9286BA model). Study III: The sample consisted of 28 post-stroke individuals, randomly divided into two groups: experimental group (EG) n = 14 (gait training on a treadmill +tDCS active) and control group (CG) n = 14 (gait training on a treadmill + tDCS Placebo). The evaluation was performed by means of three-dimensional gait analysis, stabilometry and functional mobility. 10 training sessions were conducted for two consecutive weeks, five sessions per week (20 minutes each).***Results:***Study I: 14 controlled clinical trials addressing evaluation of static balance and / or dynamic individuals post-stroke were included in the study. Study II: Under the conditions of open and eyes, closed reductions were found in the anterior-posterior oscillation stroke length and speed of oscillation immediately after tDCS. Study III: The EG presented significant result ($p < 0.05$) in (Knee KMSw and K ROM) and (Ankle AMSt, AMSw and A-ROM) and functional mobility.* **Conclusion:** *Based on the presented results it suggested that tDCS of the primary motor cortex combined with treadmill training it has an effect on the gait and functional mobility in individuals post-stroke.*

Keywords: *stroke, physical therapy, balance, gait, electrical stimulation*

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	14
Lista de Figuras.....	15
Lista de Abreviaturas.....	16
1.Contextualização.....	18
1.1. Treino de marcha em esteira	20
1.2. Estimulação transcraniana por corrente contínua.....	21
1.3. Justificativa para o desenvolvimento do projeto.....	24
2. Objetivo.....	25
2.1 Objetivo secundario	25
3. Resultados.....	27
3.1 Estudo I.....	28
3.1.1 Introdução	28
3.1.2 Materiais e Métodos	29
3.1.3 Resultados	30
3.1.4 Discussão	36
3.1.5 Conclusão	38
3. 2 Estudo II	39
3.2.1 Introdução.....	39
3.2.2 Sujeito e Método	41
3.2.3 Resultados	44
3.2.4 Discussão	46

3.2.5 Conclusão	47
3.3 Estudo III	48
3.3.1 Introdução	48
3.3.2 Materiais e Métodos	49
3.3.3 Casuística	50
3.3.4 Protocolo	51
3.3.4 Procedimento	52
3.3.5.1 Estimulação Transcranial por corrente contínua	52
3.3.5.2 Treino de marcha em esteira	53
3.3.6 Avaliação	54
3.3.6.1 Avaliação tridimensional da marcha	54
3.3.6.2 Avaliação do equilíbrio estático	56
3.3.6.3 Avaliação do equilíbrio funcional e mobilidade funcional	57
3.3.6.3.1 Escala de equilíbrio de BERG	57
3.3.6.3.2 <i>Timed up and Go</i>	57
3.3.6.3.3 Teste da caminhada de seis minutos....	57
3.3.6.4 Estatística.....	58
3.3.6.5 Resultados	59
3.3.6.6 Discussão	68
3.3.6.7 Conclusão	71
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

6. APÊNDICE.....	80
6.1. Apêndice 1- Artigo I Publicado	80
6.2. Apêndice 2- Artigo II Publicado	87
7. ANEXOS.....	94
7.1 Anexo 1 (Aprovação do comitê de ética)	94
7.2 Anexo 2 (Registro no ReBec)	97
7.3 Anexo 3 (TCLE)	102
7.4 Anexo 4 (Ficha de identificação)	103
7.5 Anexo 5 (Escala de Equilíbrio de Berg)	105
7.6 Anexo 6 (<i>Timed and up GO</i>)	109
7.7 Anexo 7 (Teste da caminha de seis minutos)	110

LISTA DA TABELAS

TABELA 1 – Dados dos artigos incluídos na revisão (Estudo I).

TABELA 2 – Qualidade metodológica dos artigos incluídos na revisão (Estudo I).

TABELA 3 – Características dos artigos incluídos na revisão (Estudo I).

TABELA 4 – Resultados do COP (Estudo II).

TABELA 5 – Características da amostra (Estudo III).

TABELA 6 – Resultados dos parâmetros espaçoes-temporais da marcha do GC e GE apresentados em MEDIANA e IQR (Estudo III).

TABELA 7 – Resultados dos parâmetros cinemáticos da marcha do GC e GE apresentados em MEDIANA e IQR (Estudo III).

TABELA 8 – Média e Desvio padrão dos dados da estabilometria do GC e GE no momento da avaliação com os olhos abertos (Estudo III).

TABELA 9 – Média e Desvio padrão dos dados da estabilometria do GC e GE no momento da avaliação com os olhos fechados (Estudo III).

TABELA 10 – Média e desvio padrão dos resultados do TUG e BERG do GC e GE (Estudo III).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamento dos eletrodos (esponjas) sobre a cabeça do voluntário.

Figura 2. Fluxo da corrente elétrica durante a estimulação elétrica do anodo para o cátodo.

Figura 3. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão (Estudo I).

Figura 4. Foto de arquivo pessoal da avaliação estabilométrica sobre a plataforma (Estudo II).

Figura 5. Fluxograma do estudo segundo *CONSORT* (Estudo III).

Figura 6. Esquema de Montagem do ETCC (Estudo III).

Figura 7. Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de Flexão-Extensão do joelho na fase de balanço (KMSw) do GE (Estudo III).

Figura 8. Resultados com diferenças estatísticas encontradas na amplitude de movimento do joelho flexão-Extensão (K-ROM) do GE (Estudo III).

Figura 9. Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de dorsi-flexão na fase de apoio (AMSt) do GE (Estudo III).

Figura 10. Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de dorsi-flexão na fase de balanço (AMSw) do GE (Estudo III).

Figura 11. Resultados com diferenças estatísticas encontradas na amplitude de movimento de dorsi-flexão (A-ROM) do GE (Estudo III).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(AIC) Angle at ankle dorsi-plantarflexion at Initial contact.

(AMSt) Maximum angle at ankle dorsi-plantarflexion in stance.

(AmSt) Minimum angle at ankle dorsi-plantarflexion in stance.

(AMSw) Maximum angle at ankle dorsi-plantarflexion in swing.

(AP) Antero posterior.

(A-ROM st) Range Of Motion of ankle dorsi-plantarflexion in stance.

(AVD's) Atividades de vida diárias.

(AVC) Acidente Vascular Cerebral.

(COP) Centro de pressão.

(CTSA) Superfície estável sobre a mobilização do pé.

(DGI) Dynamic Gait Index.

(EEB) Escala de equilíbrio de BERG.

(EEG) Eletroencefalograma.

(ETCC) Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC).

(F) Femino.

(FP IC) Foot progression angle at initial contact.

(FP MEAN) Mean value of foot progression.

(GC) Grupo Controle.

(GE) Grupo Experimental.

(HAA-ROM) Range Of Motion of Hip Ab-Adduction.

(HIC) Angle at Hip Flex Extension at Initial contact.

(HmSt) Minimum angle at Hip Flex Extension in Stance.

(H-ROM) Range Of Motion of Hip Flex Extension.

(IMT) Treinamento motor intensivo.

(KIC) Angle at knee Flex Extension at Initial contact.

(KmST) Minimum angle at knee Flex Extension in Stance.

(KMSW) Maximum angle at knee Flex Extension in swing.

(K-ROM) Range Of Motion of knee Flex Extension.

(M) Masculino.

(ML) Médio lateral.

(N) Número.

(PC) Paralisia Cerebral.

(PO-ROM) Range Of Motion of Pelvic Obliquity.

(PR-ROM) Range Of Motion of Pelvic Rotation.

(PT-IC) Angle at Pelvic Tilt at Initial contact.

(PT-ROM) Range Of Motion of Pelvic Tilt.

(RAGT) Treinamento de marcha assistida por robô.

(Rebec) Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos.

(ST) Treinamento padrão.

(TC6) Teste da caminhada de seis minutos.

(TUG) Timed up and GO.

(UDT) Base instável formação dual-tarefa.

(VDT) Treino de marcha com restrição visual e dual-tarefa.

(VUDT) Restrição visual e base instável dual-tarefa.

SPSS (Statistical Package for the Social Science)

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é caracterizado pelo início abrupto de sinais e sintomas neurológicos focais ou globais. Patologicamente, o AVC pode ocorrer de duas formas sendo elas isquêmica e hemorrágica (IWABE *et al.*, 2008), sendo a terceira causa de morte mundial e uma das principais causas de morte no Brasil (POLESE *et al.*, 2008).

O Sistema Nervoso Central é muito vulnerável à redução no suprimento sanguíneo e o AVC ocorre justamente quando o fluxo sanguíneo à uma área do sistema nervoso central é interrompido. A localização anatômica da lesão determina as consequências e as sequelas que o paciente irá desenvolver, sendo o resultado fatal ou caracterizado por algum grau de melhora lenta durante um intervalo de meses. As causas do AVC são: aterosclerose, trombose, embolia, hipertensão arterial, malformação de um vaso sanguíneo, hemorragia, doença cardíaca, entre outros (CONTRAN *et al.*, 1996; SMITH *et al.*, 1997).

Quando os comandos motores descendentes são interrompidos por lesão aguda do motoneurônio superior, o motoneurônio inferior afetado fica temporariamente inativo. Esta condição é chamada de choque cerebral, onde os reflexos de estiramento não podem ser provocados e os músculos ficam hipotônicos, porque foi perdida a facilitação dos motoneurônios inferiores pelas vias ativadoras descendentes (EKMAN, 2000).

Como consequência do AVC podem surgir a hemiplegia e/ou hemiparesia, caracterizada pela perda total ou parcial da função motora, resultando em vários níveis de comprometimento e incapacidade, e seu quadro clínico pode ser dividido em agudo, pela fraqueza muscular ou hipotonia e confusão, e crônico, pela espasticidade flexora em membro superior e extensora em membro inferior do lado contralateral ao lesionado (BEINOTTI *et al.*, 2007).

O AVC leva à incapacidade de realizar tarefas de extrema importância para a vida diária (BARCALA *et al.*, 2013) e uma das principais causas entre todas as dificuldades comuns de pacientes com AVC, é a hemiparesia (FARIA *et al.*, 2009) que têm como consequência a assimetria do corpo e a dificuldade em transferir o peso para o lado parético, afetando a capacidade de manter o controle postural, acometendo a função dos membros, além de alterar o controle motor (OLIVEIRA e ANDRADE, 2001) equilíbrio (HAFSTEINSDÓTTIR *et al.*, 2014) força e mobilidade funcional (RODRIGUES *et al.*, 2004; KAWAMOTO *et al.*, 2013) impedindo a estabilidade necessária para o bom movimento do corpo (BARCALA *et al.*, 2013).

A presença de déficit do controle motor e postural pode limitar as habilidades para realizar atividades como deambular, subir escadas e auto cuidar-se (FEYS *et al.*, 1998). Por isso, os pacientes com AVC utilizam uma estratégia de controle postural anormal além da assimetria de equilíbrio para realizar a execução das tarefas (PARK *et al.*, 2014).

Uma das sequelas mais visíveis no paciente com AVC é a marcha, que tem como características: dificuldade em controlar o início do movimento, bem como o controle motor voluntário, que pode ser caracterizada por fraqueza muscular, redução da amplitude de movimento, alteração de tônus – espasticidade (KNUTSON e MARTENSSON, 1980) e movimentos estereotipados e perda sensorial, gerando ao paciente certas limitações (FEYS *et al.*, 1998) principalmente nos aspectos físicos.

A aquisição da marcha é um objetivo importante na reabilitação dos pacientes pós-AVC. O andar pode ser considerado uma atividade instável, uma vez que, durante o ato de andar o centro de massa corporal é deslocado para fora da base de suporte em grande parte do ciclo da marcha. Na prática clínica observa-se que o treino de marcha pode resultar em melhora do equilíbrio estático e funcional, no entanto, poucas são as evidências científicas sobre este aspecto (LUCARELI *et al.*, 2007).

1. 1. Treino de marcha em esteira

Embora a maioria dos indivíduos chegue a adquirir uma marcha independente, após o AVC muitos não chegam ao um nível de marcha que lhes permite realizar todas as suas atividades diárias. Um dos principais objetivos da reabilitação é fornecer uma marcha independente e segura a esses indivíduos, visando melhoras na locomoção dentro da comunidade, aumentando a velocidade de caminhada e resistência (POLESE *et al.*, 2013).

Na literatura encontramos várias modalidades para reabilitação da marcha em indivíduos com seqüelas de AVC, entre elas o treino de marcha em esteira. Segundo KENNETH *et al.*, (2000), após três meses de treino de marcha em esteira observou-se melhora capacidade da marcha e após seis meses de treino melhora a capacidade aeróbica, função motora grossa e progressivamente o gasto de energia e as demandas cardiovasculares.

O estudo de HESSE *et al.*, (1995), mostra que o treino de marcha em esteira foi eficaz em casos agudos de AVC e que em casos crônicos não houve melhoras clínicas. Já o estudo de MEDEIROS *et al.*, (2011), mostra evidências de melhoras no equilíbrio e no padrão da marcha em indivíduos pós-AVC, submetidos a treino de marcha em esteira com suporte parcial de peso e treino de marcha em esteira com estimulação elétrica funcional (FES) em pacientes crônicos.

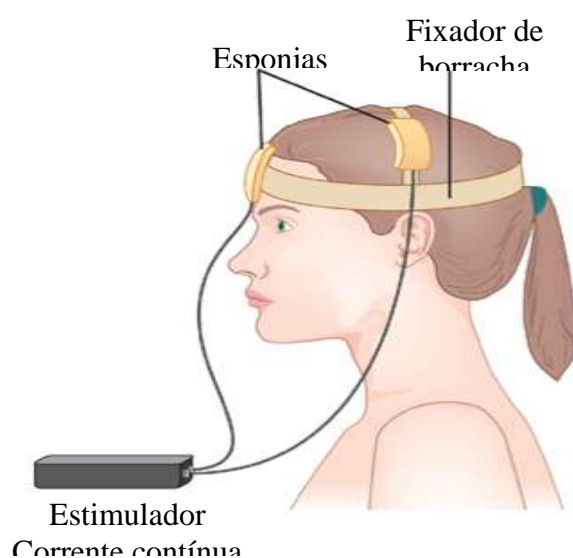
Entre os autores MEDEIROS *et al.*, (2011); HESSE *et al.*, (1995) há uma grande discussão do treino de marcha em esteira sobre: quanto tempo de treino, qual velocidade da esteira e se deve-se utilizar ou não o suporte parcial de peso. LEE (2014), evidenciou melhoras na mobilidade de indivíduos com AVC-crônico em dois meses com cinco sessões semanais de treino de marcha em esteira sem suporte parcial de peso com aumento progressivo da velocidade da esteira.

O treino motor pode ser associado a técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como por exemplo, a estimulação transcraniana por corrente contínua (*Transcranial direct current stimulation – tDCS* ou Estimulação transcraniana por corrente contínua – ETCC) com a finalidade de otimizar o resultado funcional, devido a potencialização das mudanças neuroplásticas (STAGG *et al.*, 2012).

1.2. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)

A ETCC tem sido conhecida por induzir alterações duradouras de excitabilidade cortical tanto em animais como em humanos. É uma forma segura de estimulação cerebral que envolve a administração de uma corrente elétrica monofásica de baixa intensidade no couro cabeludo utilizando eletrodos superfície do tipo silicone-esponja umedecidos em soro fisiológico (**FIGURA 1**).

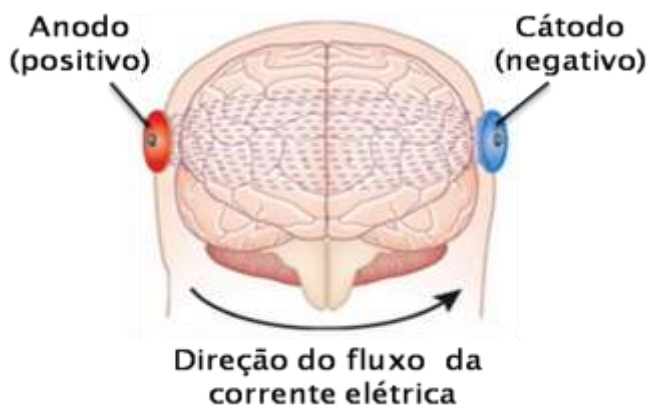
FIGURA 1. Posicionamento dos eletrodos com sobre as áreas cerebrais a serem estimuladas.



Fonte: <http://www.estimulacaoneurologica.com.br>

Os efeitos da estimulação são obtidos pela movimentação dos elétrons devido às cargas elétricas existentes entre eles (**FIGURA 2**). Os pólos dos eletrodos da estimulação desta corrente são o ânodo e o cátodo, sendo o ânodo polo positivo e cátodo polo negativo. O sentido da corrente elétrica, ou seja, o sentido dos elétrons flui do polo positivo para o polo negativo. Este fluxo irá gerar diferentes efeitos em tecidos biológicos. Durante a aplicação da ETCC, 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 chega a estruturas corticais modificando o potencial de membrana das células ali localizadas (MENDONÇA & FREGNI, 2007; MIRANDA *et al.*, 2006).

FIGURA 2. Fluxo da corrente elétrica durante a estimulação elétrica do anodo para o cátodo.



<http://www.estimulacaoneurologica.com.br>

Está alteração duradoura de excitabilidade cortical sugere que exista uma alteração plástica após a utilização da estimulação. Levando em consideração efeitos específicos, a estimulação anódica aumenta a taxa de disparos, impulsionando a

despolarização da membrana pós-sináptica levando a um aumento dos níveis intracelulares 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).

Com base nestes dados, estudos em humanos avaliaram os efeitos de cada pólo na excitabilidade cortical, por meio da estimulação do córtex motor primário. Nestes estudos, a estimulação anodal aumentou a excitabilidade cortical, e a estimulação catodal diminuiu (NITSCHKE & PAULUS, 2001). A ETCC é uma técnica de neuromodulação que vem atraindo a atenção de muitos pesquisadores nos últimos anos. 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).

A ETCC fornece efeito modulatório da função cortical com maior duração, sendo de fácil aplicação, com menor custo. Os resultados de pesquisas clínicas demonstram seu 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 (MENDONÇA & FREGNI, 2012; FREGNI *et al.*, 2006; FREGNI *et al.*, 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. A ETCC promove uma alteração de excitabilidade de maneira sutil, considerado mais fisiológico pois altera o potencial de membrana da célula, facilitando ou

dificultando a despolarização, sem de fato gera-la. Por isto, um grande benefício da utilização da técnica de ETCC é a possibilidade do uso associado com terapias físicas. A estimulação aparece como uma forma de modular a atividade cortical abrindo uma passagem para o aumento e prolongamento do ganho funcional promovido pela terapia física. É possível dizer, então, que a estimulação promove alteração de um padrão de excitabilidade disfuncional para que a terapia física modele com ativação de redes neurais específicas à tarefa, o padrão funcional de atividade cortical(FREGNI *et al.*, 2012).

Na literatura, grande parte dos estudos envolvendo o uso da ETCC em M1 de indivíduos com seqüelas de acidente vascular cerebral estão concentrados na função motora dos membros superiores (HUMMEL *et al.*,2005).Estudos recentes começam a investigar os efeitos da ETCC na função motora dos membros inferiores (movimentação ativa de tornozelo e no padrão de marcha) (KASHI *et al.*, 2012; MADHAVAN *et al.*, 2012) e no equilíbrio estático (DUMONT *et al.*, 2014).

Estes resultados incentivam o uso da ETCC sobre regiões motoras e pré-motoras dos membros para melhorar o controle locomotor em pacientes com lesões neurológicas e conseqüentes transtornos no equilíbrio e na marcha(KASHI *et al.*, 2012).

1.3 Justificativa para o desenvolvimento do projeto

A incidência de diversas patologias em decorrência do envelhecimento da população brasileira vem aumentando. Entre elas, destaca-se o acidente vascular cerebral, que se caracteriza pela presença de sequelas neuro-motoras resultando em limitações funcionais na maioria dos sobreviventes. Sendo assim, existe uma crescente preocupação no estudo de novas técnicas de

reabilitação ou interação destas com objetivo de minimizar a limitação funcional e melhorar a qualidade de vida destes pacientes.

Neste contexto, uma das técnicas utilizada e consagrada na literatura no processo de reabilitação destes pacientes é o treino de marcha em esteira. Recentemente, técnicas inovadoras, como a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), começaram a despertar o interesse entre pesquisadores. Apesar de alguns estudos comprovarem a eficácia desta técnica em distúrbios neurológicos como doença de Parkinson, a dor crônica, Esquizofrenia, depressão e até mesmo AVC (MENDONÇA & FREGNI, 2012), não existe na literatura estudos relacionados à utilização desta associada ao treino de marcha para indivíduos pós-AVC.

Sendo assim, acreditamos na importância de estudos que possam comprovar ou não o efeito da ETCC associada a um treino funcional como o de marcha em esteira.

2. OBJETIVO

Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre a marcha, equilíbrio e mobilidade funcional de indivíduos pós-AVC.

2.1 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre os parâmetros espaços-temporais (velocidade, largura do passo, apoio, duplo apoio, comprimento do passo) da marcha de indivíduos pós-AVC.

Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre os parâmetros cinemáticos (pelve, quadril, joelho, tornozelo, pé) da marcha de indivíduos pós-AVC.

Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre os dados estabilométricos (oscilação do centro de pressão (COP) anteroposterior e mediolateral, velocidade do COP, Comprimento do COP) de indivíduos pós-AVC.

Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha em esteira sobre a mobilidade funcional aferida por meio do *TUG* e *BERG* de indivíduos pós-AVC.

3. RESULTADOS

O ESTUDO I, intitulado **FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E DINÂMICO EM INDIVÍDUOS PÓS-ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: REVISÃO SISTEMÁTICA** (*INSTRUMENTS EMPLOYED FOR THE ASSESSMENT OF STATIC AND DYNAMIC BALANCE IN STROKE SURVIVORS: A SYSTEMATIC REVIEW*), foi publicado no periódico *MEDICAL SCIENCE TECHNOLOGY*. ESTUDO II, intitulado **EFEITOS DE UMA ÚNICA SESSÃO DE ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTINUA SOBRE O EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE UM PACIENTES HEMIPARETICO: ESTUDO DE CASO** (*EFFECTS OF A SINGLE SESSION OF TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION ON STATIC BALANCE IN A PATIENT WITH HEMIPARESIS: A CASE STUDY*), foi publicado no periódico *JournalPhysicalTherapy Science*. ESTUDO III, **ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA EM INDIVÍDUOS APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: ESTUDO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO E DUPLO CEGO.** (*TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION COMBINED WITH TREADMILL TRAINING FOR STROKE SURVIVORS: PROPOSAL FOR a RANDOMIZED, CONTROLLED, CLINICAL TRIAL*), a ser submetido.

3.1 ESTUDO I

3.1.1 Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido por um acontecimento súbito de sinais e sintomas clínicos decorrentes de distúrbios neurológicos focais ou globais, representado por sintomas com duração superior a 24 horas. Sendo a terceira causa de morte mundial e corresponde à primeira causa de óbito no Brasil (POLESE *et al.*, 2008). O AVC é uma das principais causas de incapacidade, grande parte dos sobreviventes de AVC fica com as funções comprometidas, tanto sensoriais, motoras, cognitivas e emocionais, prejudicando as atividades de vida diária (AVDs). Entre as consequências sensório-motoras do AVC, o déficit do controle postural provavelmente tem o maior impacto sobre a independência nas AVDs (GEURTS *et al.*, 2005).

O controle postural pode ser dividido em equilíbrio estático e dinâmico, por sua vez o equilíbrio estático é definido como a capacidade de controlar o centro de massa no interior da base de suporte para ficar em pé, e o equilíbrio dinâmico é a capacidade de progredir em linha reta, mantendo o centro de massa dentro da base de apoio durante as tarefas relacionadas com o pé (por exemplo: andar, virar, sentar) (POLLOCK *et al.*, 2011). Com a diminuição do equilíbrio, os indivíduos com AVC perdem a funcionalidade nas suas AVDs e aumenta o risco de quedas. Acidentes por quedas podem causar resultados graves, como fratura e traumatismo crânio encefálico. Como resultado da queda, as lesões podem levar um longo período de recuperação e até mesmo a outras internações ocasionando prejuízo a reabilitação do paciente (SOHN *et al.* 2013).

Para a reabilitação dos pacientes com déficit de equilíbrio, é de extrema importância o conhecimento dos profissionais da área da saúde sobre o evento ocorrido, quadro clínico do paciente e sobre as ferramentas clínicas de avaliação do equilíbrio estático e dinâmico (OTTOBONI *et al.*, 2002). Na literatura encontramos

várias ferramentas para medir a capacidade do equilíbrio de hemiparéticos (PEREZ *et al.*, 2014), no entanto, não há um consenso da literatura quanto à ferramenta de avaliação de equilíbrio mais adequada e confiável para esta população.

O objetivo do nosso estudo é revisar na literatura ferramentas validadas e mais utilizadas pelos autores para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos após acidente vascular cerebral.

3.1.2 Materiais e Métodos

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica onde foi realizada uma pesquisa na literatura na rede de biblioteca virtual em saúde e consulta aos bancos de dados *Medline*, *PEDro*, *Lilacs*, *Scielo* e *PubMed*, considerando a combinação das seguintes palavras: Acidente vascular cerebral, equilíbrio, escalas funcionais.

Os artigos encontrados foram avaliados por dois pesquisadores cegos, seguindo os seguintes critérios de inclusão: 1) ensaio clínico controlado, 2) desfecho: avaliação do equilíbrio estático e dinâmico, 3) ano de publicação: 2009 a 2014.

Os artigos utilizados nesta revisão foram avaliados, pontuados e qualificados através da escala *PhysiotherapyEvidenceData base – PEDro*. A escala PEDro possui 11 itens, sendo que cada item possui o valor de 1 ponto (exceto o item 1 que não é pontuado). O escore final pode variar de 0 (zero) a 10 (dez). Esta escala possui o objetivo de avaliar a qualidade metodológica (**TABELA 2**) dos ensaios clínicos aleatorizados controlados, dando prioridade a dois fatores importantes do estudo: se o artigo apresenta validade interna, ou seja, se os resultados divulgados no estudo possuem informações suficientes, relevância clínica e estatística para que assim sua interpretação fique clara e permita a outros pesquisadores reproduzir o estudo. Todas as divergências encontradas referentes à classificação da escala PEDro foram discutidas e avaliadas por dois avaliadores

cegos, de modo que o escore dos estudos fosse estabelecido em comum acordo.

3.1.3 Resultados

A busca realizada encontrou um total de 27 artigos, destes 14 preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos no estudo, pois atingiram a nota mínima de 3 pontos na escala PEDro (**FIGURA 4**), considerando que os artigos apresentavam metodologia adequada(**TABELAS 1 e 2**).

As informações obtidas a partir dos artigos selecionados para esta revisão foram protocoladas da seguinte maneira: autor do artigo, quantidade da amostra, características da amostra e instrumentos de medidas(**TABELA 3**).

FIGURA 4. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.

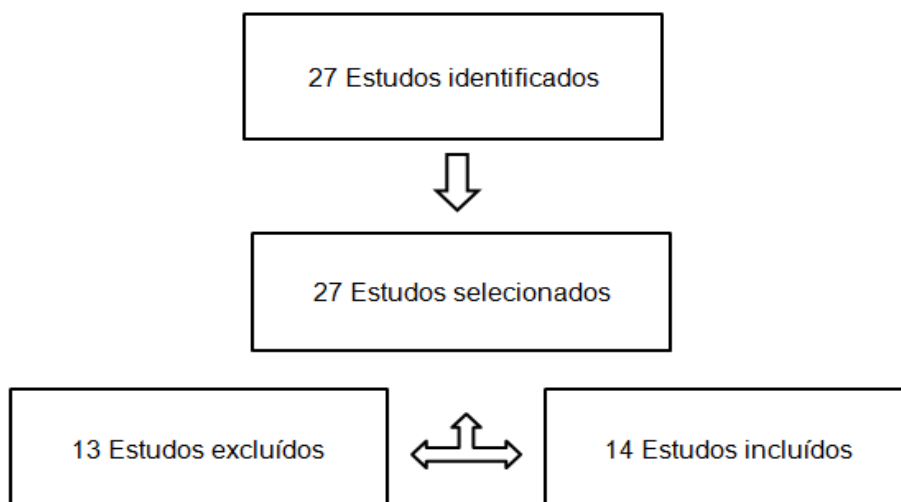


TABELA 1. Dados dos artigos incluídos na revisão.

Artigo	Autor	PEdro	Tipo de Estudo
1	Hung et al, 2014	7/10	Ensaio clínico
2	Fritz et al, 2013	9/10	Ensaio clínico
3	Cho et al, 2012	7/10	Ensaio clínico
4	Kunkel et al, 2013	9/10	Ensaio clínico
5	Kang et al, 2011	7/10	Ensaio clínico
6	Saeys et al, 2012	7/10	Ensaio clínico
7	Fisher et al, 2011	5/10	Ensaio clínico
8	Askim et al, 2010	9/10	Ensaio clínico
9	Won Lee et al, 2013	6/10	Ensaio clínico
10	Kim et al, 2013	4/10	Ensaio clínico
11	Yoo et al, 2014	4/10	Ensaio clínico
12	Park et al, 2014	7/10	Ensaio clínico
13	Son et al, 2014	7/10	Ensaio clínico
14	Woo Lee et al, 2014	4/10	Ensaio clínico

TABELA 2. Qualidade metodológica dos artigos inclusos na revisão.

PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Eligibilidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alocação aleatória	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Alocação cônica	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Prognóstico semelhante	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Indivíduos cegos	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Terapeutas cegos	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Avaliadores cegos	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Principais resultados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Intenção de tratamento	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Comparação entre grupos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precisão e variabilidade	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Pontuação	7	9	7	9	7	7	5	9	6	4	4	7	7	4

Legenda: 1 = sim; 0 = não

TABELA 3.Características dos estudos incluídos na revisão.

Artigo	Nºde sujeitos	Característica da amostra	Metodos	Medidas de Avaliação	Resultados
1	30	AVC Crônico Sexo: F= 12 M= 18	GC: n= 15: Terapia convencional GE: n= 15: Wil Fit	Plataforma de força; TUG; Escala Internacional de eficácia de quedas	Houve melhora significativa no grupo GE em todas as medidas em relação ao GE, essa melhora não se manteve a pós 3 meses de follow-up.
2	28	AVC Crônico Sexo: F= Não informado M= Não informado	GC: n=13: AVDs GE: n= 15: Jogos	Berg; DGI; TUG; TC6; teste de caminhada de 3 metrô.	Não houve diferenças estatísticas.
	28	AVC Crônico Sexo: F= 11 M= 17	GC: n=15: Imagética motora GE: n=13: Treino de marcha	TUG; Caminha de 10 metrô.; Fugl-Meyer	Após a intervenção houve melhora significativas em ambos os grupos e no Fugl-meyer o GE apresentou diferenças significativa em relação ao GC.
4	21	AVC Crônico Sexo: F= 9 M= 12	GC: n= 7: Cuidados habituais GE: n= 7: FES+ Exercícios GE: n= 7: Exercícios	Desempenho monitorado de equilíbrio (BPM Data Print software); Berg; Teste da caminhada Caminha de 10 metrô.	Não houve diferenças significativas intergrupo e intragrupo, houve apenas uma pequena melhora no grupo de FES + exercícios.

5	30	AVC Agudo Sexo: F= 14 M= 16	GC: n= 10: Terapia Regular GE: n= 10: Esteira com fluxo ótico GE: n= 10: Esteira	TUG; Teste de Alcance funcional; TC6; Teste da Caminhada de 10 metrô.	Houve melhoras significativas no grupo esteira com fluxo ótico no TUG, TC6 e teste de alcance funcional, apenas na caminhada de 10 metrô não houve diferenças.
6	33	AVC Agudo Sexo: F= Não informado M=Não informado	GC: n= 15 Terapia convencional GE: n= 18 Movimentos seletivos de coordenação do tronco	EscalaTinetti; Berg; DGI	Não houve diferenças significativas entre os grupos em todas as avaliações.
7	20	AVC Crônico Sexo: F= 6 M= 14	GC: n= 11 Terapia Convencional GE: n= 9 RAGT	Escala Tinetti; TC6; Teste da caminha de 10 metrô	Ambos os grupos apresentaram resultados significativos nas 3 medidas, não houve diferenças entre os grupos.
8	62	AVC Crônico Sexo: F= 33 M= 29	GE: n= 30: IMT GC: n= 32: ST	Berg; Teste da caminha de 5 metrô; Step Teste	Não houve diferenças estatísticas significativas em qualquer medida.
9	30	AVC Crônico Sexo: F= 7 M= 23	GC: n= 15: Esteira GE: n= 15:hipoterapia	Berg.	Houve melhoras significativas no grupo de hipoterapia em relação ou grupo de esteira.
10	38	AVC Crônico Sexo: F= 22 M= 16	GC:UDT GE:VDT GE:VUDT	Plataforma de força; Berg.	Houve melhoras significativas nos 3 grupos antes e depois do treinamento.
11	24	AVC Crônico Sexo: F= 12 M= 12	GC: n= 12: Utse GE: n= 12: CTSA	Berg	Houve melhora significativa em ambos os grupos.

12	20	AVC Crônico Sexo: F= 9 M= 11	GC: n= 10: Fisioterapia convencional GE: n= 10: Fisioterapia convencional + esteira subaquática	Plataforma de Força (Balance System SD)	Não houve diferença significativa entre os grupos.
13	28	AVC Crônico Sexo: F= 13 M= 15	GC: n= 14: Terapia Convencional GE: n= 14: Terapia Convencional + treinamento muscular	Plataforma de Força (Good Balance system); Berg; TUG	No Berg e TUG teve aumento significativo em ambos os grupos, na plataforma de força só houve melhora significativa no GE.
14	22	AVC Crônico Sexo: F=16M= 6	GC: n= 10: Terapia convencional GE: n= 12: Terapia convencional+feedback visual	Plataforma de força.	O GE apresentou resultado significativo em relação ao GC.

LEGENDA:AVC- Acidente vascular cerebral, Berg- Escala de equilíbrio de Berg, CTSA- Superfície estável sobre a mobilização do pé, DGI- *Dynamicgait Index*, F- Feminino, FES- Estimulação Elétrica Funcional, GC- Grupo Controle. GE- Grupo Experimental, IMT- Treinamento motor intensivo, M- Masculino, RAGT- Treinamento de marcha assistida por robô, ST- Treinamento padrão, TC6- Teste da caminha de 6 minutos, UDT- Base instável formação dual-tarefa, VDT- Treino de marcha com restrição visual e dual-tarefa, VUDT- Restrição visual e base instável dual-tarefa.

3.1.4 Discussão

Nossa revisão bibliográfica tem como objetivo verificar entre estudos quais ferramentas utilizadas para mensuram o equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos pós-acidente vascular cerebral. Com a busca que fizemos nas bases de dados, podemos observar que há uma heterogenia na literatura sobre as ferramentas utilizadas para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos após-acidente vascular cerebral.

Entre os estudos relacionados, observamos que, para avaliação do equilíbrio estático a ferramenta mais utilizada são as plataformas de força (avaliação estabilométrica) (HUNG *et al.*, 2014; SON *et al.* 2014) que verifica as alterações do centro de pressão (COP), ou seja, deslocamento postural sobre os eixos longitudinal e transversal, resultando em medidas precisas, e a avaliação estabilométrica pode mensurar o mínimo de melhora após uma técnica de reabilitação e podendo mensurar alguns meses depois da aplicação da técnica, mostrando em números precisos o quanto essa técnica tem efeito em longo prazo (*follow-up*) (HUNG *et al.*, 2014). Para avaliar o equilíbrio estático, não foi encontrado nos estudos relacionados algum teste, questionário ou escala validada, não podemos afirmar que, não existem instrumentos desse tipo, simplesmente não sabemos o porquê não utilizaram tais instrumentos lembrando que pode ser por vários motivos: Confiabilidade, Conhecimento, Validação e Aceitação.

Já para a avaliação do equilíbrio dinâmico encontrasse na literatura várias ferramentas utilizadas, entre elas *Berg balance Scale (BBS)*, utilizada na maioria dos estudos (KIM *et al.*, 2013; SON *et al.*, 2014; LEE *et al.*, 2014), *BBS* tem como finalidade avaliar o equilíbrio funcional de indivíduos é uma ferramenta barata, fácil acesso e tem grande aceitação na parte clínica e acadêmica (KIM *et al.*, 2013). Outra ferramenta bastante utilizada entre os autores e o *Timedandup Go (TUG)* (HUNG *et al.*, 2014; SON *et al.*, 2014; FRITS *et al.*, 2013; CHO *et al.*, 2012; FISHER *et*

al., 2011), é um teste simples e rápido, podendo levar até segundos para ser realizado pelo paciente, também e de baixíssimo custo, de fácil entendimento para o paciente (HUNG *et al.*, 2014) o que o diferencia das outras ferramentas e por ele ser bem aceitável pelos estudiosos.

O teste da caminhada de seis minutos é um teste bem conhecido e utilizado para avaliar a capacidade respiratória, mais que vem sendo utilizados pelos autores (HUNG *et al.*, 2014; FRITS *et al.*, 2013; KUNKEL *et al.*, 2013; KANG *et al.*, 2011), com intenção de avaliar a mobilidade dos indivíduos, é um teste que possibilita avaliar o equilíbrio dinâmico, medo de cair (FRITS *et al.*, 2013) e também o teste imita uma caminhada simples do cotidiano do indivíduo por isso se torna de fácil aplicação.

Outros testes começam a ser usado entre os autores, como o teste da caminhada dos dez metros (KUNKEL *et al.*, 2013; CHO *et al.*, 2012; KANG *et al.*, 2011) e o teste da caminhada de 3 metros (SON *et al.*, 2014), ambos os testes com a mesma finalidade que é mensurar o equilíbrio dinâmico do indivíduo (KUNKEL *et al.*, 2013), não encontramos na literatura algum autor descrevendo o porquê escolher um ou outro. Em seu estudo SAEYS *et al.*, (2012) utilizou *DinamicGait Index*, mostrando também ser uma ferramenta confiável para mensurar o equilíbrio dinâmico de indivíduos com acidente vascular cerebral.

Em seu estudo FISHER *et al.*, (2011), avaliou o equilíbrio de indivíduos hemiparéticos através do *Tinetti test*, relacionando o resultado do teste com o risco de quedas que estes pacientes têm.

Outras ferramentas apareceram citadas por um autor, tais como: *EfficacyScale-International (FES-I)* (HUNG *et al.*, 2014), *TrunkImpairmentScale*; (KANG *et al.*, 2011), *Step Test* (ASKIM *et al.*, 2010), assim aumentando ainda mais nossa dúvida, em saber qual a melhor ferramenta para mensurar o equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos pós-acidente vascular cerebral. De fato, nenhum dos autores de qualquer dos artigos analisados cita o melhor instrumento de avaliação. No entanto, as mais

frequentemente ferramentas utilizadas são a avaliação estabilométrica usando plataformas de força, a escala *BBS*, o *TUG*, e o Teste da caminhada de seis minutos.

3.1.5 Conclusão

Concluimos nessa revisão que existem diversas ferramentas para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos pós-acidente vascular cerebral, porém não se pode afirmar qual a melhor ferramenta para obter essas medidas de equilíbrio. Ressaltamos que a partir das ferramentas avaliadas não foi possível avaliar ao mesmo tempo o equilíbrio estático e dinâmico desta população, sendo necessária a utilização de ao menos duas ferramentas.

3.2 ESTUDO II

3.2.1 Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) tem como característica um início abrupto de sinais e sintomas neurológicos focais ou globais, pode ocorrer de duas formas patológicas sendo elas isquêmicas e hemorrágicas (IWABE *et al.*, 2008), tendo como causas: aterosclerose, trombose, embolia, hipertensão arterial, malformação de um vaso sanguíneo, hemorragia, doença cardíaca, entre outros (SMITH *et al.*, 1997).

O Sistema Nervoso Central é muito vulnerável à redução no suprimento sanguíneo e o AVC ocorre justamente quando o fluxo sanguíneo a uma área do sistema nervoso central é interrompida. As sequelas que o paciente irá desenvolver dependem da localização anatômica da lesão (SMITH *et al.*, 1997; CONTRAN *et al.* 1996).

Cerca de 15 milhões de pessoas no mundo é atingida de AVC, Cinco milhões morrem, 10 milhões sobrevivem, estes sobreviventes ficam com déficit neurológico persistentes alterando suas habilidades funcionais. Com esses dados o AVC se torna uma das principais causas de morte e invalidez no mundo (THIJSSSEN *et al.*, 2007). Após o AVC a assimetria entre os membros é comum devido à hemiplegia e a hemiparesia, ocasionada pela síndrome do neurônio motor superior resultando na perda da força muscular e habilidade, falha de controle da função motora, aumento da espasticidade, hiperreflexia, co-contração e distonia espástica nos membros afetados. Estas condições resultam num padrão de marcha anormal, perda do equilíbrio e uma postura inadequada (CHEN *et al.*, 2010).

Na literatura encontra-se várias modalidades para se obter melhoras no equilíbrio e postura, no estudo de MEDEIROS *et al.*, (2011), mostra evidências na melhora do equilíbrio em indivíduos submetidos a treino de marcha sobre esteira com suporte parcial de peso com estimulação elétrica funcional (FES) em pacientes

crônicos. Já o estudo de SOHN *et al.*, (2013) mostrou que a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem melhoras significante na estabilidade postural.

O treino motor pode ser associado a técnicas de estimulação cerebral não invasiva, como por exemplo, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), com a finalidade de otimizar o resultado funcional, devido a potencialização das mudanças neuroplásticas (STAGG *et al.*, 2008). A ETCC vem despertando interesses entre os pesquisadores por ser uma forma segura e barata de estimulação cerebral que provoca alterações duradouras de excitabilidade cortical tanto em animais como em humanos. A ETCC envolve a administração de uma corrente elétrica monofásica de baixa intensidade no couro cabeludo utilizando eletrodos superfície do tipo silicone-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 negativo para o pólo positivo. Este fluxo irá gerar diferentes efeitos em tecidos biológicos. Durante a aplicação da ETCC, 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 chega a estruturas corticais modificando o potencial de membrana das células ali localizadas (MIRANDA *et al.*, 2006; WAGNER *et al.*, 2007).

Embora os estudos relacionados a ETCC e indivíduos após-AVC estejam concentrados na função dos membros superiores (GRECCO *et al.*, 2013). Na literatura começa a aparecer estudos investigando os efeitos positivos da ETCC no membro inferior afetado, SOHN *et al.*, (2013), evidenciou melhora do equilíbrio em pacientes com AVC subagudos depois da aplicação da ETCC. Não foram encontrados estudos aplicando a ETCC

associada a treino motor em indivíduos com AVC crônico para investigar melhora no equilíbrio, essa falta de estudos nós incentivou a realização do estudo com paciente crônico.

3.2.2 Sujeito e Métodos

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. Este foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Nove de Julho, São Paulo – N°. 575.519. O paciente assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde declarou ter ciência de que o procedimento ao qual foi submetido é gratuito e experimental.

O estudo foi desenvolvido na Universidade Nove de Julho, Laboratório Integrado de Análise do Movimento (Pós-graduação em Ciências da Reabilitação) localizado na Av. Dr. Adolfo Pinto 109 Campus Memorial Barra Funda, São Paulo, SP o qual possui infraestrutura e pessoal acadêmico-profissional necessário para realização do mesmo. A Universidade Nove de Julho possui capacidade técnica e de infraestrutura, assim como apoio institucional suficiente para garantir a realização do estudo.

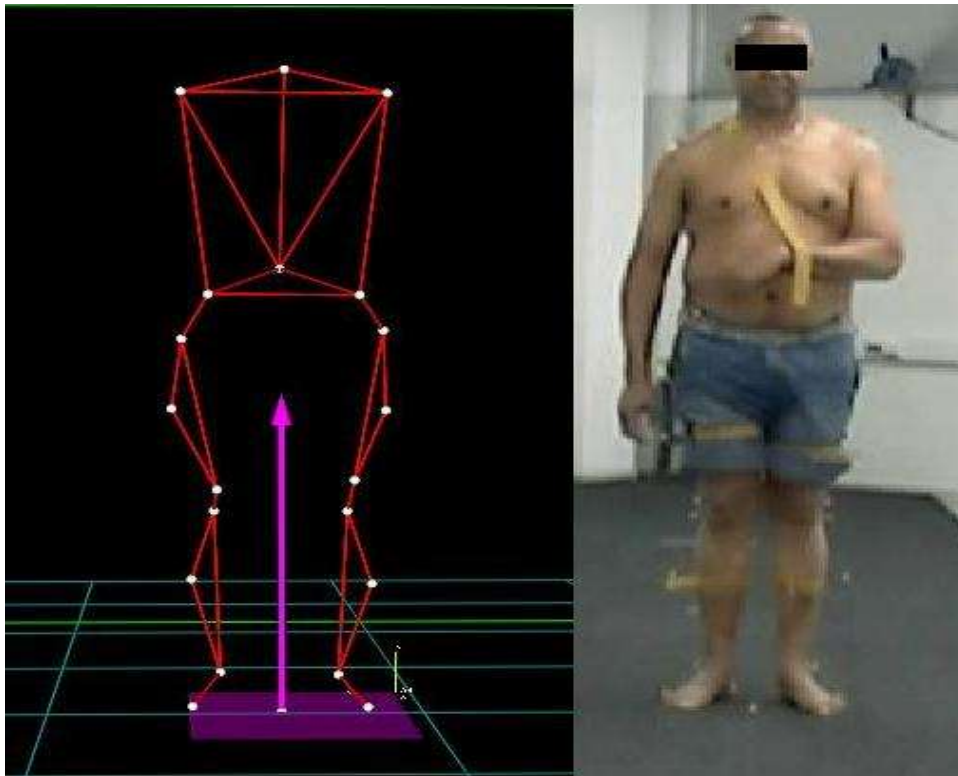
O sujeito que participou do presente estudo é do sexo masculino, 66 anos, 72 kg, com 1,68 de altura, com diagnóstico de AVC isquêmico à esquerda com predomínio braquial com 4 anos de lesão. Inicialmente o paciente foi orientado sobre os procedimentos do presente estudo, foi preenchida a ficha de identificação e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e índice de massa corporal) e foram realizados dois testes funcionais que serviram como critério de inclusão do paciente sendo eles: Teste *timed up and go (TUG)*: teste prático que é amplamente utilizado como instrumento de avaliação da mobilidade funcional e do equilíbrio dinâmico.

Esse teste quantifica em segundos a mobilidade funcional através do tempo que o indivíduo realiza a tarefa, ou seja, em quantos segundos ele levanta de uma cadeira padronizada com apoio e braços, caminha três metros, vira, volta anexo rumo à cadeira e senta novamente (WILLIAMS *et al.*, 2005; PODSIALDO *et al.*, 1991). E o Teste de caminhada de 6 minutos: O paciente partirá da postura em pé, e será orientada a caminhar com uma velocidade auto selecionada, sem correr por seis minutos por um percurso de 30 metros, podendo variar o ritmo ou até mesmo fazer períodos de descanso. O teste será realizado duas vezes, sendo a primeira para familiarização e a segunda considerada para o estudo. Ao término do procedimento é registrado, em metros à distância percorridos pelo paciente (ATS Committee, 2002; MAHER *et al.*, 2008).

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 é de 50 Hz captados por 4 sensores piezelétricos posicionados nas extremidades da plataforma cuja as dimensões são de 400/600mm. Os dados foram registrados e interpretados pelo o software SWAY, desenvolvido pela *BTS Engineering*, integrado e sincronizado ao sistema *SMART-D 140®*.

Durante avaliação do equilíbrio o voluntário foi orientado a permanecer em posição ortostática sobre a plataforma, descalço, olhar fixo em um ponto marcado a um metro de distância na altura do ponto glabellar do voluntário, com base irrestrita dos pés e alinhamento dos calcanhares. A avaliação foi realizada em duas condições: olhos abertos e olhos fechados, o procedimento foi repetido 3 vezes com duração de 45 segundos cada para que se obtivesse o melhor resultado o procedimento, a avaliação foi realizada duas vezes: pré-intervenção e pós-intervenção ou seja o paciente foi reavaliado da mesma forma. **(FIGURA 5)** ilustra o momento da avaliação.

FIGURA 5. Paciente sobre a plataforma no momento inicial da avaliação e o momento que os dados são interpretados pelo o *software SMART ANALYSER*, desenvolvido pela *BTS Engineering*, integrado e sincronizado ao sistema *SMART-D 140®*.



A estimulação transcraniana foi aplicada com um aparelho *Transcranial Stimulation (Trans Cranial Technologies, USA)*, por meio de dois eletrodos-esponja de superfície (não metálico) de 5-5 cm², umedecidos em solução salina.

Os eletrodos foram posicionados do seguinte modo: O eletrodo ânodo na região do córtex motor do hemisfério cerebral lesionado, seguindo o sistema internacional 10-20 de eletroencefalograma (HOMAM *et al.*, 1987) e o eletrodo cátodo na região supra orbital contralateral ao ânodo no hemisfério cerebral não lesionado.

Uma corrente de 2mA foi durante os 20 minutos. O aparelho utilizado para estimulação elétrica possui um botão que permite

que o operador controle a intensidade da corrente. A estimulação foi elevada até 2mA no primeiro minuto para que o paciente não sentisse incomodo com a corrente elétrica e diminuída gradualmente no período final de dez segundos para não interromper abruptamente a corrente elétrica.

O treino de marcha foi realizado em uma esteira *Imbramed* modelo *Milenium* ATL (RS, Brasil). O treino teve 20 minutos seguindo o protocolo da estimulação transcraniana. A velocidade do treino de marcha foi estabelecida por meio da distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos sendo que o paciente percorreu 218 metros, iniciamos o treino com 60% deste valor que corresponde a 1,3 km/h, após cinco minutos na esteira aumentamos a velocidade para 80% correspondendo a 1,75 km/h e permanecemos com essa velocidade até os 2 minutos finais, diminuindo para 60% novamente para não interromper abruptamente o esforço físico. No final do treino foi registrada a distância percorrida na esteira que foi de 826 metros. A frequência cardíaca e a pressão arterial foram monitoradas durante a sessão para que não houvesse sobrecarga no sistema cardiovascular.

3.2.3 Resultados

Os dados foram avaliados através do programa Microsoft Excel, e apresentados de forma descritiva na (**TABELA 4**), a partir das informações estabilométricas extraídas do paciente tanto com olhos abertos quanto com olhos fechados antes e imediatamente após a estimulação da corrente transcraniana.

Pode-se observar que o paciente apresentou uma diminuição dos valores nos itens oscilação do centro de pressão (COP) longitudinal (6,18%), comprimento do traçado (3,3%) e velocidade de oscilação (3,3%) logo após a estimulação por corrente contínua transcraniana quando analisado o momento com olhos

abertos quando comparado com a avaliação pré. Todos os outros itens, tanto olhos abertos quanto olhos fechados apresentaram aumento dos seus valores (**TABELA 4**).

TABELA 4: Media e Desvio padrão dos valores estabilométricos de um indivíduo após acidente vascular cerebral com os olhos abertos e fechados antes e depois da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira.

	<u>Olhos abertos</u>		<u>Olhos fechados</u>	
	PRE	PÓS	PRE	PÓS
COP Maximo (mm)	12,80 ± 0,83	12,92 ± 2,59	11,31 ± 3,41	13,32 ± 1,37
COP Minima (mm)	0,18 ± 0,09	0,23 ± 0,24	0,22 ± 0,14	0,21 ± 0,13
COP Antêroposterior (mm)	16,34 ± 1,08	15,33 ± 3,05	12,67 ± 2,56	13,30 ± 3,79
COP Mediolateral (mm)	19,43 ± 1,90	20,06 ± 3,74	17,41 ± 5,73	20,86 ± 1,55
Comprimento do COP (mm)	411,10 ± 28,33	397,76 ± 25,65	409,06 ± 26,66	434,61 ± 36,13
Velocidade (m/s)	8,98 ± 0,70	8,69 ± 0,56	8,89 ± 0,56	9,49 ± 0,83
Area (m²)	1015,63 ± 206,24	1121,61 ± 223,19	1080,39 ± 264,40	1299,01 ± 333,78

Legenda: COP = Oscilação do centro de pressão; (m²) = Metros quadrados; (mm) = Milímetros; (m/s) = metros por segundos.

3.2.4 Discussão

A ETCC tem sido amplamente utilizada em pesquisa verificando seus efeitos sobre pacientes com AVC, Parkinson, depressão e dor (FREGNI & MENDONÇA). O sujeito do presente estudo acometido de AVC a 4 anos, foi avaliado em uma única sessão de ETCC anódica associada ao treino de marcha em esteira. Segundo PARK *et al.*, (2014), os indivíduos após - AVC na postura estática aumenta suas oscilações do corpo cerca em 2 vezes mais em relação aos indivíduos normais. Isso ocorre pela assimetria e pela dificuldade de distribuir o peso corporal para ambos os membros inferiores e na capacidade de mover o centro de gravidade para o lado paralítico. Em nosso estudo pode-se notar que o indivíduo teve diminuição nos itens; oscilação do centro de pressão (COP) longitudinal, comprimento do COP e velocidade de oscilação. GRECCO *et al.*, (2013) descreve em seu estudo que os efeitos da ETCC dependeram da localização e da polaridade dos eletrodos e com a utilização da corrente adequada sobre o córtex motor primário aumenta a excitabilidade da região do cérebro. TAHTIS *et al.* (2014) em seu piloto observou melhoras no equilíbrio dinâmico em indivíduos com AVC subagudo em uma única sessão bi cefálica de ETCC sendo que o eletrodo anódo foi colocado no couro cabeludo no hemisfério ipsilesional membro inferior primário córtex motor e o cátodo foi colocado sobre o córtex motor contralesional da perna. DUARTE *et al.*, (2014) em 5 sessões semanais de ETCC anódica 1 mA em crianças com paralisia cerebral observou que a ETCC potencializou o treino de marcha em esteira obtendo melhoras no equilíbrio dinâmico e no equilíbrio postural em relação ou grupo placebo.

Os estudos relacionados à ETCC sobre seus efeitos em indivíduos com AVC crônico estão focados em funcionalidade do membro superior (GRECCO *et al.*, 2013). Estudos mais atuais começam a investigar os efeitos da ETCC em membros inferiores em exemplo TANAKA *et al.*, (2013) após aplicar uma única sessão de ETCC anódica em M1 no lado lesionado em indivíduos com AVC crônico notou-se que houve melhora da força muscular na perna

afetada. Em um estudo envolvendo indivíduos com AVC crônico, evidenciou que três sessões de estimulação anódica sobre o córtex motor danificado de uma estratégia específica para o tornozelo do membro acometido levou a melhorias em dorsiflexão e flexão plantar. Sabendo que tais movimentos são fundamentais para o controle postural e equilíbrio (STAGG *et al.*, 2012).

O presente estudo mostrou que uma única sessão de ETCC anódica aplicada sobre o córtex motor lesionado associado ao treino de marcha em esteira resultou em melhoras sobre o equilíbrio estático de uma paciente com AVC crônico, no entanto, como se trata de um estudo de caso para termos um consenso faz-se necessários mais estudos com um número de amostra para que possamos definir tempo de aplicação e números de sessões da ETCC anódica em AVC crônico com a finalidade de ganhos no equilíbrio postural, estático e dinâmico.

3.2.5 Conclusão

No presente estudo mostrou que uma única sessão de ETCC anódica aplicada sobre o córtex motor lesionado associado ao treino de marcha em esteira tem melhoras sobre o equilíbrio estático de uma paciente com AVC crônico, no entanto, como se trata de um estudo de caso para termos um consenso faz-se necessários mais estudos com um número de amostra maior para que possamos definir tempo de aplicação e números de sessões da ETCC anódica em indivíduos AVC crônico com a finalidade de ganhos no equilíbrio postural, estático e dinâmico.

3.3 ESTUDO III

3.3.1 Introdução

Uma das sequelas mais visíveis em indivíduos pós-AVC é a marcha, gerada pela hemiplegia ou hemiparesia caracterizada pela perda total ou parcial da função motora, resultando em vários níveis de comprometimento e incapacidade (BEINOTTI *et al.*, 2007) Cerca de 80% dos sobreviventes adquirem a hemiparesia dentre os distúrbios motores, e como sequelas musculoesqueléticas, apresentaram fraqueza muscular, espasticidade, rigidez além de dor articular (LEBRASSEUR *et al.*, 2006). A fraqueza muscular do membro inferior afetado gera uma incapacidade importante na marcha destes indivíduos (LEE & KANG, 2013).

Neste contexto, a reabilitação da marcha e de suma importância. Na literatura, diversas técnicas são citadas para a reabilitação da marcha, entre elas o treino de marcha sobre esteira, uma das técnicas mais utilizadas e consagradas na literatura pelos seus efeitos positivos no padrão de marcha nesta população (MEDEIROS *et al.*, 2011). E técnicas inovadoras começam a surgir com a finalidade de potencializar o treino motor e otimizar custo e tempo da reabilitação motora, como por exemplo, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) que pode ser facilmente utilizada durante o treino motor (DUMONT *et al.*, 2015).

A ETCC é um método não invasivo que promove a estimulação do córtex através de uma corrente elétrica de baixa intensidade (1-2 mA) utilizando eletrodos (ânodo facilita e eletrodos cátodo inibem a excitabilidade cortical) posicionados em diretamente em áreas específicas do couro cabeludo. Assim, os efeitos da ETCC podem levar a aumento da eficácia sináptica local, que atuam sobre a região do córtex lesionado e mudando o padrão da plasticidade mal adaptativa (GRECCO *et al.*, 2014) que surge após o AVC.

Estudos demonstraram efeitos positivos da utilização da ETCC no padrão da marcha de indivíduos saudáveis e em indivíduos pós-AVC (HUMMEL & COHEN, 2006; KASKI *et al.*, 2012; MADHAVAN, WEBER & STINEAR, 2011), no entanto, quase não se encontram estudos que investigou a associação da ETCC com treino motor de membros inferiores em indivíduos pós-AVE (DUMONT *et al.*, 2015). A hipótese gerada pelo nosso estudo é que a utilização da ETCC anódica aplicada ao córtex motor lesionado modifica a excitabilidade do córtex e favorece a aprendizagem de um novo padrão de marcha praticado durante o treinamento sobre esteira. O objetivo do estudo foi comparar os efeitos do treino de marcha com esteira associada à ETCC ativa e ETCC placebo durante dez sessões sobre os parâmetros espaços-temporais e cinemáticos da marcha de indivíduos pós-AVC. O objetivo secundário foi verificar os efeitos do treino de marcha com esteira associada à ETCC ativa e ETCC placebo durante dez sessões sobre o equilíbrio estático e mobilidade funcional de indivíduos pós-AVC.

3.3.2 Matérias e Métodos

O estudo é um ensaio clínico, prospectivo, analítico, controlado, aleatorizado e duplo cego. O estudo proposto foi conduzido de acordo com os princípios contidos na Declaração de Helsinki e as diretrizes para pesquisas envolvendo seres humanos estipulados pelo Conselho Nacional da Saúde do Brasil em outubro de 1996. O projeto recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Nove de Julho (São Paulo, Brasil), sob o número de processo 575, 519 (**ANEXO 1**). O estudo está registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos sob o número de processo RBR-7n2d2f (**ANEXO 2**). Todos os indivíduos recrutados foram informados sobre o objetivo e procedimentos do estudo e todos concordaram em participar do estudo com uma assinatura do termo de consentimento livre e

esclarecido (TCLE) (**ANEXO 3**). E todos os participantes foram informados sobre a possibilidade de desistirem do estudo em qualquer momento, sem conseqüências negativas.

3.3.3 Casuística

A população foi composta por adultos diagnosticados com AVC crônico. Os indivíduos foram recrutados a partir das Clínicas de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, Brasil. Os critérios de inclusão foram indivíduos que: a) diagnóstico de acidente vascular cerebral dentro de 6 meses a 5 anos; b) hemiparesia secundária a um único evento unilateral; c) ser capaz de caminhar independente; d) ter entre 45 e 65 anos; e) realizações dos testes funcionais *Timedupand Go (TUG)*, Teste da caminhada de seis minutos (TC6) e Escala de equilíbrio de BERG (EEB); f) concordaram com a sua participação no estudo por meio da assinatura do TCLE. Foram excluídos indivíduos que: a) seqüelas de acidente vascular cerebral com dores articulares nos membros inferiores que comprometam a função; b) contraturas não redutíveis a neutro nos membros inferiores; c) alterações cardiovasculares e cognitivas que impossibilitem a realização dos testes; d) implantes metálicos na cabeça.

3.3.4 Protocolo

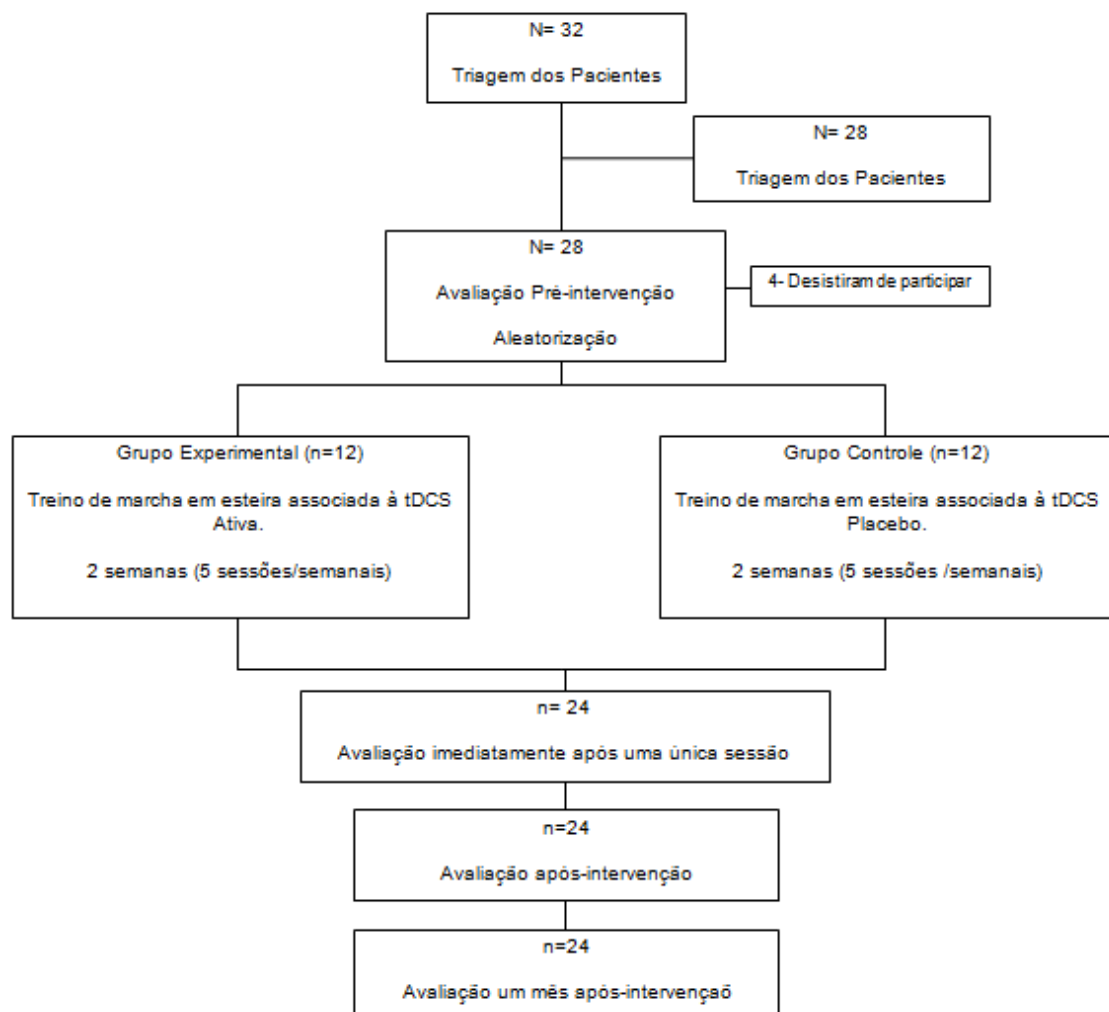


FIGURA 5: Fluxograma do estudo segundo o *CONSORT*.

Legenda:ETCC- Estimulação transcraniana por corrente contínua.

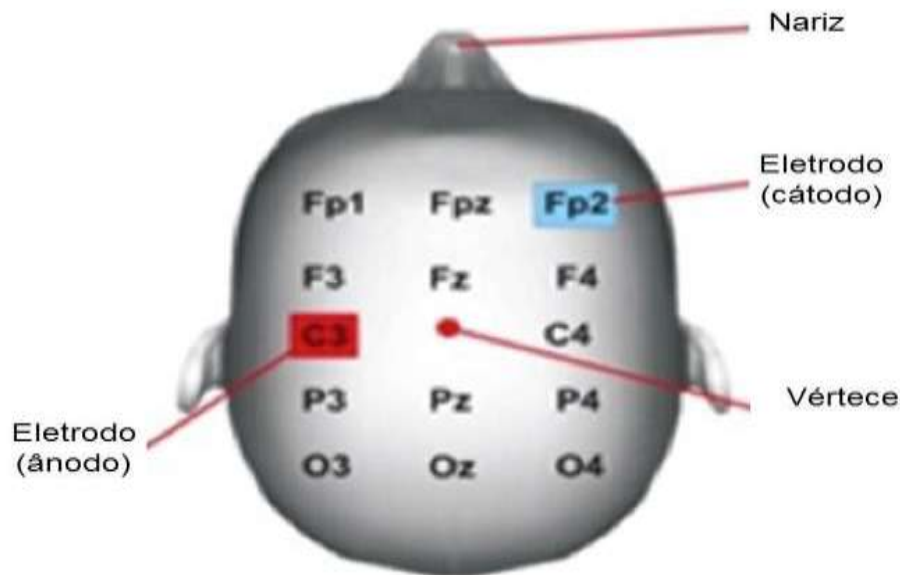
3.3.5 Procedimento

3.3.5.1 Estimulação transcraniana por corrente contínua

A ETCC foi associada com treino de marcha em esteira, pois pode atuar como um método facilitador de mudanças comportamentais por meio de criação de uma rede neural favorável ao ambiente (FREGNI *et al.*, 2012). A estimulação transcraniana foi aplicada com um aparelho *tDCSTranscranialStimulation* (*Trans Cranial Technologies, USA*), por meio de dois eletrodos-esponja de superfície (não metálico) de 5-5 cm², umedecidos em solução salina. Os pacientes foram distribuídos aleatoriamente em dois tipos de tratamento: 1) Estimulação anódica no córtex motor primário lesionado; e 2) Estimulação transcraniana placebo.

O eletrodo ânodo foi posicionado na região do hemisfério cerebral lesionado sobre C3, seguindo o sistema internacional 10-20 de eletroencefalograma, correspondente ao córtex motor primário, e o eletrodo cátodo na região supra-orbital contralateral ao ânodo (FREGNI *et al.*, 2012) (**FIGURA 6**). Na estimulação placebo todos os procedimentos de colocação dos eletrodos foram realizados, o estimulador foi ligado durante 30 segundos. Desta forma, os indivíduos tiveram a sensação inicial, mas não recebeu nenhuma estimulação no tempo restante. Este procedimento é uma forma válida de controle em estudos de estimulação transcraniana por corrente contínua. Uma corrente de 2 mA foi aplicada no córtex motor primário durante os 20 minutos intermediários de cada sessão. O aparelho que foi utilizado para estimulação elétrica possui um botão que permite que o operador controle a intensidade da corrente. A estimulação foi elevada até 2mA e diminuída gradualmente no período final de dez segundos.

FIGURA6: Esquemada montagem da ETCC.



F

onte: FREGNI *et al.*, 2012

3.3.5.2 Treino de marcha em esteira

Os protocolos de treino adotados neste estudo foram constituídos 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 alocado, o indivíduo utilizou a sua própria órtese (caso tenha), devidamente colocada pelo fisioterapeuta. A frequência cardíaca e a pressão arterial foram monitoradas durante todas as sessões, para garantir que não haja sobrecarga no sistema cardiovascular.

O treino foi realizado em uma esteira *Imbramed* modelo *Milenium 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 os pacientes

não receberam estimulação transcraniana por corrente contínua e a velocidade da esteira será gradualmente elevada de acordo com a tolerância do indivíduo. A velocidade do treino de marcha foi estabelecida de acordo com o teste da caminhada de seis minutos (sendo a velocidade mínima 60% do percurso do teste transformado de m/s para km/h e a máxima 80%). Nos primeiros dois minutos iniciais de cada sessão a velocidade da esteira ficava em 60% bem como nos dois minutos finais no restante do tempo de treino a velocidade ficava em 80% (DUMONT *et al.*, 2015) O número de sessões frequentadas, tempo de treino e distância percorrida em cada sessão foi registrado na ficha de acompanhamento. Também foram registrados quaisquer problemas ou lesões que possam ter ocorrido durante o treino. Todos os participantes foram orientados a manter suas atividades diárias e os participantes que estiverem enquadrados na fisioterapia, a manter as sessões semanais.

3.3.6 Avaliação

O processo de avaliação foi dividido em quatro momentos: pré-intervenção, imediatamente uma única intervenção, pós-intervenção e um mês após o término dos protocolos de intervenção. O avaliador foi cego com relação aos objetivos do estudo, não fazendo parte dos profissionais responsáveis pelos protocolos de intervenção e a ordem das avaliações foi realizada por forma de sorteio para evitar a influência da padronização. Inicialmente, a ficha de identificação foi preenchida (**ANEXO 4**) e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e índice de massa corporal). Cada avaliação foi realizada no período de um dia com um período de duração no máximo de uma hora e trinta minutos. A seguir a descrição dos procedimentos da avaliação:

3.3.6.1 Avaliação tridimensional da marcha

Foi utilizado o sistema *SMART-D 140® - BTS Engineering* com oito câmeras com espectro de resposta sensível ao infravermelho, além de um computador *SMART-D INTEGRATED WORKSTATION®* com 32 canais analógicos e um sistema de vídeo sincronizado. Para coleta dos dados cinéticos da marcha foram utilizadas duas plataformas de força, marca *Kistler*, modelo 9286BA, responsáveis pelo registro dos deslocamentos do centro de pressão e pelo tempo de contato do pé com a superfície da plataforma.

O procedimento iniciou-se com a coleta das medidas antropométricas (estatura, peso, comprimento da tíbia, distância entre os côndilos femorais, diâmetro do joelho, distância entre os maléolos ou diâmetro do tornozelo, e as espinhas ilíacas anteriores), para que possa em um segundo momento serem registrado no sistema de coleta de dados da marcha para serem utilizados como referência para esse sistema. Em seguida, a pele foi limpa com álcool e os marcadores passivos foram colocados diretamente sobre a pele em pontos anatômicos de referência descrita por DAVIS *et al.*, (1991).

Os participantes foram orientados a virem com roupa de banho para facilitar o posicionamento dos marcadores. Após a localização dos marcadores o participante foi orientado a andar descalço em uma velocidade auto-selecionada ao longo de uma pista demarcada no solo, medindo 90 centímetros de largura por cinco metros de comprimento. Ao andarem na pista, sobre as plataformas, os dados cinéticos (potência, torque) da marcha foram coletados e calculados por um sistema de vídeo (BTS, Milão, Itália) sincronizado com o sistema de coleta dos dados cinemáticos. Serão registrados pelo sistema as seguintes variáveis: amplitude de movimento, máxima e mínima de flexão-extensão de cada articulação (Pelve, Quadril, Joelho,

Tornozelo) nas fases de apoio e balanço, além da inclinação pélvica, amplitude de rotação e de obliquidade pélvica.

3.3.6.2 Avaliação do equilíbrio estático

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 de 50 Hz captados por 4 sensores piezo elétricos posicionados nas extremidades da plataforma cuja dimensões são de 400X600mm. Os dados foram registrados e interpretados pelo o *software* SWAY, desenvolvido pela *BTS Engineering*, integrado e sincronizado ao sistema *SMART-D 140*[®].

Para avaliação o participante foi orientado a permanecer em posição ortostática sobre a plataforma, descalço braços ao longo do corpo, olhar fixo em um ponto marcado a um metro de distância na altura do ponto glabellar de cada indivíduo, com base irrestrita dos pés e alinhamento dos calcanhares. O procedimento foi realizado três vezes com olhos abertos e três vezes com os olhos fechados (foram respeitados dois minutos de descanso para cada avaliação) com duração de 45 segundos (para interpretação dos dados foram utilizados 30 segundos, foram excluídos os 10 primeiros segundos e os últimos cinco segundos respeitando o tempo de adaptação do paciente sobre a plataforma). No momento de olhos fechado um membro da equipe de avaliadores ficou próximo do participante para evitar risco de queda.

3.3.6.3 Avaliação do equilíbrio funcional e mobilidade funcional.

3.3.6.3.1 Escala de equilíbrio de BERG (EEB)

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB): 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 (BLUM & BITENSKI, 2008)(ANEXO 5).

3.3.6.3.2 *Timed up and Go (TUG)*

O *TUG* trata-se de um teste prático que é amplamente utilizado como instrumento de avaliação da mobilidade funcional e do equilíbrio dinâmico. Esse teste quantifica em segundos a mobilidade funcional através do tempo que o indivíduo realiza a tarefa, ou seja, em quantos segundos ele levanta de uma cadeira padronizada com apoio e braços, caminha três metros, vira, volta rumo à cadeira e senta novamente. (WILLIANS *et al.*, 2005) (ANEXO 6).

3.3.6.3.3 Teste da caminhada de seis minutos

O paciente partirá da postura em pé, e será orientada a caminhar com uma velocidade auto selecionada, sem correr por seis minutos por um percurso de 30 metros, podendo variar o ritmo ou até mesmo fazer períodos de descanso. O teste será realizado

duas vezes, sendo a primeira para familiarização e a segunda considerada para o estudo. Ao término do procedimento é registrado, em metros à distância percorridos pelo paciente (MAHER *et al.*, 2008)(ANEXO 7).

3.3.6.4 Estatística

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o programa STATA 12 e com base em um estudo realizado por ROUTSON *et al.*, (2013) (A influência da reabilitação locomotora na qualidade do módulo e pós-acidente vascular cerebral desempenho curta hemiparético). A velocidade da marcha foi selecionada como o resultado primário devido à sua validade comprovada na literatura (ROUTSON *et al.*, 2013). Com base em médias e desvios-padrões da pré-terapia ($0,47 \pm 0,17$) e pós-terapia ($0,78 \pm 0,26$), seriam necessários 11 indivíduos em cada grupo para um alfa bidirecional de 0,05 e um poder de 80%. Vinte por cento foram adicionadas a cada grupo para compensar possíveis interrupções. Assim, a amostra final foi composta por 14 adultos em cada grupo (total: 28 participantes).

Os dados foram inicialmente analisados quanto à aderência à curva de Gauss, pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Análise estatística não paramétrica foi realizada. Calculamos os resultados através de mediana e Intervalo interquartil (IQR) para cada parâmetro para ambos os grupos (considerando separadamente o lado plégico e o lado não plégico). A comparação entre o grupo experimental (GE) e grupo controle (GC) na avaliação PRÉ foi realizada com o teste de *Mann-Whitney U*. Para a comparação do GE e o GC nas avaliações Pré-intervenção, imediatamente após uma sessão, após-intervenção e um mês após-intervenção e foi realizado o teste de *Friedman ANOVA* para medidas repetidas, para lado plégico e lado não plégico. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significantes. Os dados foram organizados e

tabulados utilizando o Programa *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)* v.19.0.

3.3.6.5 Resultados

Dentro de cada grupo, houve duas desistências totalizando a amostra em 24 sujeitos, sendo 12 por grupo. As características de cada grupo estão apresentadas na (**TABELA 5**).

TABELA 5: Características da amostra.

	GRUPOS	
	EXPERIMENTAL	CONTROLE
Individuos (n)	12	12
Idade (anos)	58.5 (13.89)	58.4 (11.44)
Peso corporal (Kg)	73.5 (13.9)	64.9 (13.2)
Altura (m)	1.69 (0.09)	1.61 (0.11)
IMC (Kg/m ²)	27.3 (6.8)	29.1 (7.74)
Tempo de lesão (meses)	39.2 (20.2)	25.5 (19.4)
Masculino / Feminino	9/3	4/8
Tipo de AVC (isquêmico / hemorrágico)	8/4	7/5
Lado plegico (direito / esquerdo)	6/6	4/8
TC6	109.33 (37.9)	97.33(44.6)
Dispositivo auxiliar para marcha	6/1	5/1
Bengala/AFO		
Território da Artéria acometida		
Art. Carótida interna	3	2
Art. Cerebral media	2	3
Art. Comunicante posterior	3	1
Art. Vertebral	4	4
Art. Cerebral posterior	/	2

Media (desvio padrão)

Legenda: Media (Desvio padrão), AFO= Ortese tornozelo e pé; Art= Artéria; TC6 = Teste da caminhada de seis minutos.

Na avaliação pré-intervenção (avaliação 1) não houve diferença estatística entre os grupos em termos de parâmetros biomecânicos (parâmetros espaços-temporais e cinemáticas), apenas algumas diferenças foram encontradas no quadril e joelho, mas globalmente a estratégia da marcha dos dois grupos poderia ser considerada comparável.

Os parâmetros espaços-temporais e os parâmetros cinemáticos foram resumidos em mediana e intervalo interquartil respectivamente, para GE e GC. No que respeitam aos parâmetros espaços-temporais (**TABELA 6**), nossos dados não mostraram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre as sessões, tanto para GE e para GC.

TABELA 6: Resultados dos parâmetros espaços-temporais da marcha do GC e GE apresentados em MEDIANA e IQR.

		LADO PLEGICO			LADO NÃO PLEGICO				
		VELOCIDADE (m/s)	LARGURA DO PASSO (m)	APOIO (%CM)	DUPLO APOIO (%CM)	COMPRIMENTO DO PASSO (m)	APOIO (%CM)	DUPLO APOIO (%CM)	COMPRIMENTO DO PASSO (m)
GRUPO EXPERIMENTAL	Avaliação 1	0.334 (0.167)	0.414 (0.339)	61.390 (8.938)	17.543 (6.877)	0.372 (0.100)	67.809 (5.989)	12.924 (5.360)	0.438 (0.144)
	Avaliação 2	0.364 (0.144)	0.436 (0.332)	63.153 (8.213)	19.149 (8.232)	0.363 (0.082)	67.829 (3.687)	19.721 (6.292)	0.400 (0.097)
	Avaliação 3	0.346 (0.113)	0.422 (0.314)	63.404 (7.543)	16.360 (5.959)	0.347 (0.108)	68.246 (5.813)	16.354 (5.939)	0.383 (0.155)
	Avaliação 4	0.328 (0.101)	0.314 (0.166)	62.046 (7.523)	15.283 (5.150)	0.307 (0.133)	67.525 (4.683)	18.634 (8.250)	0.371 (0.108)
GRUPO CONTROLE	Avaliação 1	0.453 (0.288)	0.200 (0.039)	62.059 (5.943)	15.152 (4.241)	0.325 (0.118)	70.034 (7.101)	14.706 (4.465)	0.322 (0.108)
	Avaliação 2	0.383 (0.103)	0.206 (0.033)	61.695 (4.918)	14.391 (3.047)	0.369 (0.081)	71.483 (6.303)	18.799 (4.921)	0.316 (0.103)
	Avaliação 3	0.398 (0.114)	0.311 (0.243)	61.059 (5.839)	14.353 (4.415)	0.358 (0.084)	68.897 (5.232)	16.174 (2.272)	0.368 (0.109)
	Avaliação 4	0.364 (0.133)	0.280 (0.224)	62.670 (3.612)	15.204 (3.753)	0.354 (0.091)	70.047 (5.887)	16.962 (3.917)	0.383 (0.126)

* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

Legenda: (m) = Metros; (m/s) = metros por segundo; (%CM) = porcentual do ciclo da marcha.

Os dados cinemáticos do GE (**TABELA 7**) mostraram que não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) na pelve e quadril, mas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no joelho e tornozelo ($p < 0,05$) doplégico lado.

TABELA 7: Resultados dos parâmetros cinemáticos da marcha do GC e GE apresentados em MEDIANA e IQR.

	Avaliação	PELVE				QUADRIL				JOELHO				TORNOZELO E PÉ							
		PT-IC	PT-ROM	PO-ROM	PR-ROM	HIC	HmSt	H-ROM	HAA-ROM	KIC	KMSW	KMST	K-ROM	AIC	AMSt	AmSt	AMSw	A-ROM St	FP IC	FP MEAN	
GRUPO EXPERIMENTAL	LADO PLEGICO	1	13.3 (7.4)	10.9 (6.4)	7.7 (3.5)	13.7 (5.5)	26.2 (11.7)	-1.0 (14.5)	39.9 (15.5)	9.7 (5.5)	6.0 (18.4)	37.2° (7.2)	3.3 (13.9)	33.9° (16.4)	-6.0 (6.5)	6.4 (5.9)	-7.1° (10.2)	0.5° (7.0)	13.4° (5.1)	0.8 (23.1)	-0.5 (22.6)
		2	14.7 (7.4)	10.5 (6.7)	8.5 (4.3)	6.4 (5.9)	30.9 (13.5)	-4.2 (10.3)	44.6 (16.3)	7.9 (4.6)	7.4 (14.9)	46.6° (9.4)	3.1 (13.1)	43.6° (17.8)	-3.9 (6.1)	13.0 (8.1)	-6.4° (7.3)	4.7° (6.8)	19.4° (3.8)	-0.1 (21.0)	-2.5 (23.4)
		3	13.6 (5.4)	10.6 (6.8)	7.9 (3.7)	14.3 (6.2)	30.0 (12.7)	-8.9 (9.0)	48.9 (13.0)	8.9 (5.7)	9.3 (12.6)	50.3° (7.4)	4.2 (9.6)	46.1° (10.0)	-2.9 (5.8)	13.8 (8.2)	-3.6° (5.8)	6.6° (5.4)	17.4° (6.0)	-0.1 (24.5)	-2.1 (25.9)
		4	11.3 (9.3)	9.8 (6.0)	6.4 (5.9)	13.9 (6.7)	28.7 (7.5)	-9.9 (5.9)	49.2 (7.8)	7.3 (4.0)	6.9 (9.2)	51.6° (4.5)	1.8 (8.8)	49.8° (10.7)	-3.6 (6.7)	12.0 (7.6)	-5.6° (7.0)	7.7° (9.3)	17.6° (7.1)	1.1 (20.5)	-3.9 (18.6)
	LADO NÃO PLEGICO	1	14.43 (7.64)	10.95 (6.80)	8.30 (3.59)	12.82 (4.62)	28.57 (12.87)	6.58 (8.46)	39.87 (10.00)	11.60 (6.61)	7.83 (18.16)	36.36 (11.99)	8.63 (15.01)	27.72 (13.12)	-2.39 (6.54)	13.56 (5.89)	-5.71 (6.92)	7.05 (7.04)	19.27 (7.82)	-6.42 (20.29)	-5.86 (20.33)
		2	16.25 (7.69)	10.39 (5.95)	8.42 (3.95)	14.02 (6.05)	34.37 (14.86)	3.33 (11.52)	37.04 (10.76)	10.75 (4.96)	5.52 (16.51)	38.47 (15.45)	6.93 (12.04)	31.54 (11.57)	-1.50 (6.08)	13.01 (6.55)	-5.61 (4.51)	7.77 (6.78)	18.62 (6.75)	-9.77 (15.36)	-9.55 (13.54)
		3	15.72 (7.22)	10.67 (6.37)	8.40 (3.94)	14.91 (7.30)	37.27 (11.62)	6.62 (5.90)	34.88 (9.69)	10.30 (3.59)	8.70 (15.70)	46.75 (13.87)	10.30 (11.33)	36.45 (13.47)	-2.13 (5.78)	13.74 (8.65)	-5.18 (5.18)	8.03 (5.39)	18.92 (6.77)	-10.85 (9.92)	-12.86 (10.13)
		4	13.19 (8.89)	9.92 (6.40)	8.25 (4.25)	14.16 (6.66)	36.70 (10.62)	7.40 (9.97)	33.54 (10.13)	9.64 (3.31)	7.47 (7.73)	46.83 (15.58)	10.37 (12.86)	36.46 (12.99)	-1.63 (6.70)	15.96 (7.56)	-3.84 (6.49)	8.86 (8.54)	19.80 (4.47)	-9.16 (19.01)	-8.52 (18.15)
GRUPO CONTROLE	LADO PLEGICO	1	9.0 (4.8)	7.8 (4.6)	6.1 (2.8)	12.8 (5.8)	34.1 (10.1)	12.5 (13.5)	23.2 (9.0)	6.2 (3.5)	16.2 (11.4)	40.2 (12.0)	5.3 (6.3)	34.9 (14.1)	-4.5 (8.3)	9.1 (5.4)	-4.1 (9.5)	0.5 (7.2)	14.2 (6.2)	-6.6 (13.7)	-8.8 (13.3)
		2	8.4 (3.8)	8.2 (5.3)	6.6 (2.9)	13.0 (6.2)	33.6 (10.5)	13.2 (17.0)	24.2 (7.6)	6.1 (3.0)	16.6 (12.1)	39.7 (10.3)	7.0 (12.0)	32.8 (12.6)	-4.1 (7.9)	10.5 (15.0)	-1.5 (15.9)	5.3 (14.4)	12.0 (7.2)	-5.6 (11.5)	-8.4 (10.8)
		3	9.2 (2.7)	7.8 (5.0)	6.6 (2.8)	13.8 (6.5)	36.9 (7.2)	14.2 (16.6)	25.1 (8.5)	6.4 (3.2)	17.0 (13.4)	39.2 (10.5)	5.8 (11.9)	33.4 (13.5)	-2.9 (6.6)	8.2 (11.4)	-4.1 (10.0)	2.9 (8.4)	12.3 (6.3)	-7.3 (8.2)	-7.1 (14.2)
		4	8.6 (4.1)	7.2 (4.7)	6.2 (2.9)	13.4 (6.3)	31.8 (11.1)	12.7 (17.2)	22.8 (8.6)	6.8 (2.9)	16.0 (12.7)	40.7 (10.9)	5.3 (6.0)	35.4 (13.1)	-2.7 (9.0)	8.8 (11.5)	-4.7 (11.1)	2.6 (9.5)	13.5 (7.8)	-6.4 (13.6)	-8.3 (11.9)
	LADO NÃO PLEGICO	1	12.72 (4.98)	7.12 (4.04)	6.33 (3.16)	12.85 (6.50)	34.50 (9.62)	7.75 (10.16)	32.49 (8.74)	7.08 (4.63)	16.75 (10.56)	50.42 (11.20)	10.53 (10.29)	39.89 (10.61)	0.29 (5.03)	15.31 (4.59)	-6.1 (6.77)	11.60 (6.12)	21.32 (8.19)	-12.39 (17.11)	-12.62 (16.64)
		2	13.09 (5.20)	7.58 (4.76)	6.48 (2.94)	12.32 (6.32)	38.23 (7.71)	5.28 (8.80)	35.74 (7.70)	8.36 (4.28)	18.42 (11.40)	50.16 (11.88)	9.73 (15.41)	42.76 (9.68)	0.97 (3.62)	16.80 (4.57)	-6.15 (5.59)	13.13 (5.58)	22.96 (7.20)	-12.94 (12.39)	-16.31 (7.46)
		3	13.0 (5.18)	7.41 (4.26)	6.54 (2.66)	11.94 (6.60)	36.54 (7.11)	8.08 (11.32)	36.51 (8.19)	8.45 (4.26)	13.35 (10.09)	48.45 (11.32)	7.00 (14.30)	41.45 (8.23)	-0.26 (5.23)	16.40 (5.37)	-4.05 (6.83)	11.05 (5.69)	20.45 (5.81)	-13.72 (14.12)	-13.51 (14.55)
		4	8.63 (4.15)	7.15 (4.65)	6.22 (2.94)	13.44 (6.26)	34.88 (10.39)	5.12 (12.09)	33.89 (11.27)	9.37 (4.49)	12.86 (14.53)	45.02 (16.26)	7.71 (14.70)	37.31 (11.51)	-0.48 (6.03)	14.99 (7.83)	-3.78 (8.28)	11.20 (7.83)	18.77 (7.19)	-13.31 (9.94)	-13.19 (12.52)

* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

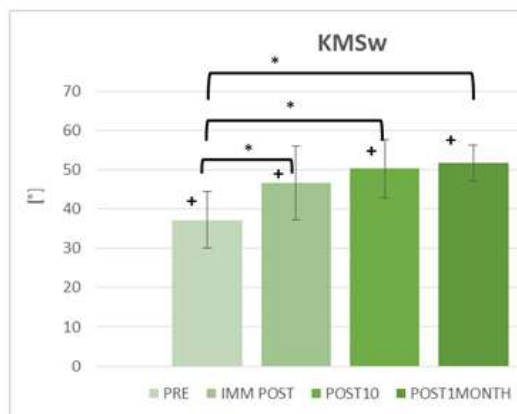
+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

LEGENDA: (AIC) = Angle at ankle dorsi-plantarflexion at Initial contact; (AMSt) = Maximum angle at ankle dorsi-plantarflexion in stance; (AmSt) = Minimum angle at ankle dorsi-plantarflexion in stance; (AMSw) = maximum angle at ankle dorsi-

plantarflexion in swing; (A-ROM st) =Range Of Motion ofankle dorsi-plantarflexion in stance; (FP IC) =Foot progression angle at initial contact; (FP MEAN) = mean value of foot progression; (HIC) =angle at Hip Flex Extension at Initial contact; (HmSt) =minimum angle at Hip Flex Extension in Stance; (H-ROM) = Range Of Motion of Hip Flex Extension; (HAA-ROM) = Range Of Motion of Hip Ab-Adduction; (KIC) =angle at knee Flex Extension at Initial contact; (KMSW) =maximum angle at knee Flex Extension in swing; (KmST) =minimum angle at knee Flex Extension in Stance; (K-ROM) =Range Of Motion of knee Flex Extension; (PT-IC) = angle at Pelvic Tilt at Initial contact;(PT-ROM) = Range Of Motion of Pelvic Tilt;(PO-ROM) = Range Of Motion of Pelvic Obliquity;(PR-ROM) = Range Of Motion of Pelvic Rotation.

Em particular, na capacidade máxima flexão do joelho durante a fase de balanço (índice KMSw)(**FIGURA 7**) e, conseqüentemente, a sua amplitude de movimento (índice K-ROM)(**FIGURA 8**) a diferença estatística foi encontrada na avaliação imediatamente após uma sessão (avaliação 2) que aumentou progressivamente após-intervenção (avaliação 3) e após um mês de intervenção (avaliação 4).

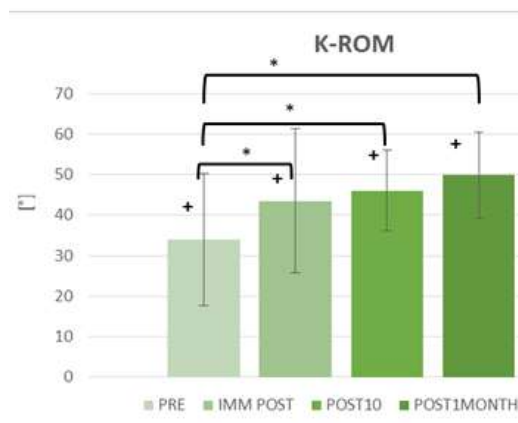
FIGURA 7: Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de flexão – extensão do joelho na fase de balanço (KMSw) do GE.



* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

FIGURA 8: Resultados com diferenças estatísticas encontradas na amplitude de movimento do joelho flexão – extensão (K-ROM) do GE.



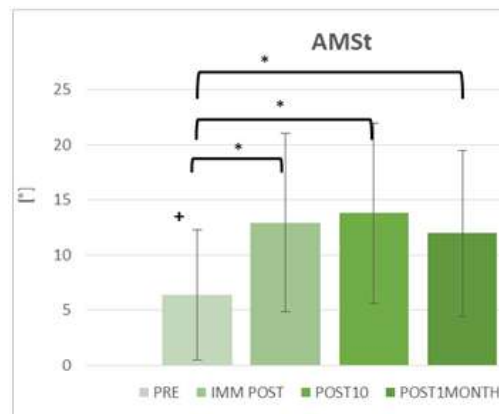
* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

No tornozelo foram encontradas diferenças significativas na dorsiflexão na fase de apoio (índice AMSt) (**FIGURA 9**), na fase de balanço (índice AMSw) (**FIGURA 10**), e na amplitude de movimento

(índice A-ROM) (**FIGURA 11**), que na avaliação imediatamente após uma sessão atingiu valores próximos aos dados normativos. Em relação ao GC, não foram encontradas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) em termos de todos os parâmetros avaliados, tanto para lado plégico como para o lado não plégico ($p > 0,05$).

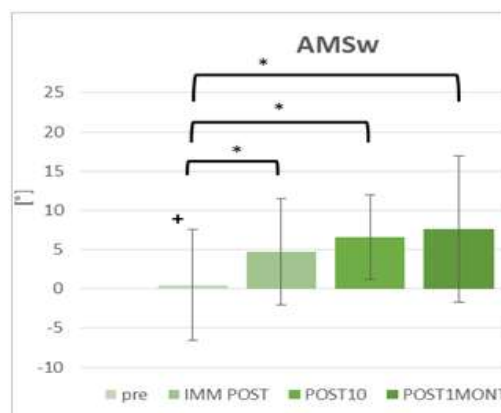
FIGURA 9: Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de dorsi – flexão na fase de apoio (AMSt) do GE.



* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

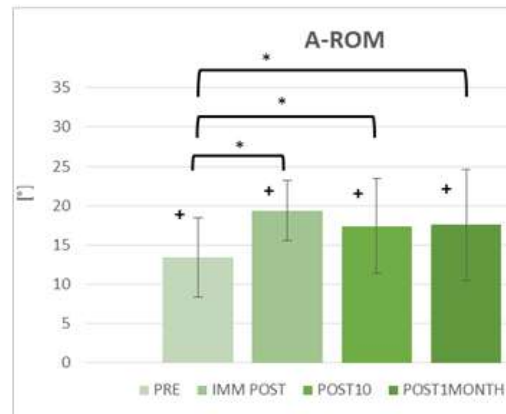
FIGURA 10: Resultados com diferenças estatísticas encontradas na máxima de dorsi – flexão na fase de balanço (AMSw) do GE.



* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

FIGURA 11: Resultados com diferenças estatísticas encontradas na amplitude de movimento de dorsi – flexão (A-ROM) do GE.



* $p < 0.05$,

intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

Comparação

No equilíbrio estático não foram encontradas diferenças estaticamente significativas em todos os parâmetros avaliados ($p > 0,05$) (**TABELA 8 e 9**). No equilíbrio dinâmico foram encontradas diferenças estaticamente significativas ($p \leq 0,05$) no GE obteve resultados estatisticamente significante intergrupo após dez sessões no Berg e no TUG e esses resultados se mantiveram após 1 mês do termino do protocolo (**TABELA 10**).

TABELA 8: Media e Desvio padrão dos dados da estabilometria do GC e GE no momento da avaliação com os olhos abertos.

	Pré Intervenção		Imediatamente após 1 sessão		Após intervenção		1 mês após intervenção	
	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC
COP AP (mm)	35.6 (14.2)	33.4 (12.6)	42.8 (27.5)	37.5 (14.9)	34.6 (25.8)	32.5 (12.4)	31.9 (11.6)	36.1 (12.8)
COP ML (mm)	31.5 (14.0)	28.9 (12.2)	40.7 (22.1)	39.6 (20.0)	34.0 (21.4)	30.4 (11.7)	28.2 (11.0)	36.6 (18.1)
Comprimento do COP (mm)	702.6 (396.6)	725.8 (430.9)	838.5 (618.3)	731.1 (571.5)	814.9 (481.6)	646.7 (270.5)	662.4 (266.2)	662.7 (288.1)
Velocidade (m/s)	0.054 (0.083)	0.052 (0.083)	0.031 (0.022)	0.049 (0.085)	0.027 (0.016)	0.046 (0.084)	0.022 (0.010)	0.047 (0.084)

Media (desvio padrão)

* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

Legenda: AP = Antero posterior; COP = Oscilação do centro de pressão; Dir = Direito; Esq = Esquerdo; GC = Grupo Controle; GE = Grupo Experimental; ML = Médio lateral; (mm) = Milímetros; (m/s) = Metros por segundos.

TABELA 9: Media e Desvio padrão dos dados da estabilometria do GC e GE no momento da avaliação com os olhos fechados.

	Pré Intervenção		Imediatamente após 1 sessão		Após intervenção		1 mês após intervenção	
	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC
COP AP (mm)	44.8 (27.6)	36.6 (22.7)	47.8 (28.5)	34.3 (16.5)	43.9 (27.0)	37.1 (21.2)	40.8 (16.0)	39.4 (29.3)
COP ML (mm)	33.6 (15.4)	31.7 (17.9)	37.5 (17.1)	27.9 (10.3)	33.8 (16.2)	30.2 (14.8)	30.4 (10.9)	33.3 (19.9)
Comprimento do COP (mm)	1103.9 (821.6)	913.5 (743.0)	1017.3 (756.2)	662.8 (363.0)	832.1 (357.1)	767.3 (482.3)	843.7 (550.1)	810.7 (493.0)
Velocidade (m/s)	0.037 (0.027)	0.035 (0.027)	0.035 (0.026)	0.029 (0.028)	0.032 (0.021)	0.026 (0.016)	0.029 (0.018)	0.032 (0.022)

Media (desvio padrão)

* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

Legenda: AP = Antero posterior; COP = Oscilação do centro de pressão; Dir = Direito; Esq = Esquerdo; GC = Grupo Controle; GE = Grupo Experimental; ML = Médio lateral; (mm) = Milímetros; (m/s) = Metros por segundos.

TABELA 10: Media e desvio padrão dos resultados do TUG e BERG do GC e GE.

GRUPOS	PRE	POS- Intervenção	APÓS 1 Mês
<i>Timed Up and Go (TUG)</i>			
Grupo Controle	20.4 (7.4)	17.4 (6.6)*	19.1 (6.3) *
Grupo Experimental	20.5 (7.3)	17.9 (6.4)*	17.8 (7.2) *
<i>Escala de Equilíbrio de Berg (BERG)</i>			
Grupo Controle	43.1 (8.1)	43.5 (7.9)	43.2 (8.04)
Grupo Experimental	44.08 (8.04)	46.4 (8.2)*	46.2 (8.1)*

* $p < 0.05$, Comparação intragrupo.

+ $p < 0.05$, Comparação intergrupos.

3.3.6.6 Discussão

Um grande número de métodos é testado para encontrar um protocolo de reabilitação ideal para melhorar globalmente o padrão da marcha de indivíduos com seqüelas de AVC. A literatura relata que o treino de marcha em esteira permite uma melhoria global do padrão de marcha nesta população (KENNETH *et al.*, 2000).

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos da ETCC de 2 mA associada ao treino de marcha em esteira sobre os parâmetros cinéticos e cinemáticos da marcha, equilíbrio estático e a mobilidade funcional de indivíduos após - AVC e se esses efeitos seriam mantidos após um mês do término do protocolo.

Os resultados foram encorajadores, pois se obtiveram melhoras significativas ($p < 0,05$) no GE, logo após uma única sessão de treino associado à ETCC na capacidade máxima flexão

do joelho durante a fase de balanço (índice KMSw) e na amplitude de movimento (índice K-ROM) e no tornozelo nadorsi-flexãona fase de apoio (índice AMSt) e na fase de balanço (índice AMSw) , esses resultados também foram significativos entre a avaliação imediatamente após uma única sessão e após o termino do protocolo e esses resultados se mantiveram após um mês do termino do protocolo. Os resultados do equilíbrio estático não foram significativos em ambos os grupos e em todas as avaliações, porém podemos notar uma diminuição da velocidade do COP no GE nas avaliações imediatamente após e após o termino do protocolo quando comparado com avaliação pré - intervenção essa diminuição podemos notar somente no GE no GC os resultados se mantiveram semelhantes. Na mobilidade funcional aferida com o BERG e TUGteve diferenças significativas intragrupo nas avaliações, após intervenção e os resultados se mantiveram após um mês do termino do protocolo em respeito ao BERG, já no TUGambos os grupos tiveram resultados estatisticamente significativos em todas as avaliações, sendo assim podemos dizer que o treino de marcha em esteira por si só alcançou resultados significativos igual ao GE que utilizou a ETCC associada ao treino de marcha em esteira.

Na literatura não encontramos estudos semelhantes ao presente estudo para comparar os resultados, por que a maioria dos protocolos com ETCC envolvendo indivíduos com seqüelas do AVC estão concentrados na função dos membros superiores (HUMMEL *et al.* 2005). Em um protocolo semelhante ao estudo proposto GRECCO *et al.*, (2014) utilizou o treino de marcha em esteira associada a ETCC em crianças acometida por paralisia cerebral (PC), obteve resultados estaticamente significativos no padrão da marcha e na mobilidade funcional desta população corroborando com os achados do presente estudo.

Em seu piloto GEROINet *al.*, (2011), testou um protocolo quase semelhante ao do presente estudo, porém associou a ETCC de 1,5 mA em M1 ao treino de marcha assistida por robô com duração de cinquenta minutos, sendo dez sessões de forma consecutiva e evidenciou resultados estatisticamente significativo somente intragrupo na mobilidade funcional aferida com o TC6 e teste da caminha de 10 metros após as dez sessões e esses resultados também se manteve após um mês. PARK, KIM & SONG (2015), submeteu vinte e quatro indivíduos com seqüelas de AVC a dez sessões de ETCC de 2 mA em M1 durante 30 minutos associada a uma terapia motora (*Task-related*) e observou melhoras significativas na velocidade da marcha destes indivíduos após as dez sessões. KASHI *et al.*, (2012) submeteu indivíduos saudáveis e indivíduos com hemiparesia decorrente do AVC, em uma experiência de andar sobre uma escada rolante desligada utilizando a ETCC em córtex motor para avaliar a excitabilidade do cortical, após o termino do protocolo os autores evidenciaram uma maior excitabilidade cortical na perna parética dos indivíduos acometido por AVC, este resultado colabora para justificar os achados do presente estudo, pois encontramos melhorias na movimentação do joelho e tornozelo do lado acometido pelo AVC no GE. Em outro estudo também foram encontrados resultados estatisticamente significativos na movimentação ativa do tornozelo de indivíduos acometido por AVC após a utilização da ETCC em córtex motor lesionado.

Assim como nos estudos que apresentaram resultados favoráveis na marcha e no equilíbrio das crianças com PC com a associação das técnicas de ETCC e treino motor e nos estudos que utilizaram a ETCC em indivíduos com seqüelas de AVC e apresentaram resultados positivos sobre a excitabilidade cortical e movimentação ativa do tornozelo do lado acometido, no nosso estudo também foi possível verificar que a associação destas técnicas também apresenta efeitos positivos sobre no padrão da

marcha do lado acometido e na mobilidade funcional de indivíduos pós-AVC.

3.3.6.7 Conclusão

Com base nos resultados encontrados, sugere-se que a ETCC associada ao treino marcha em esteira proporcionou um movimento mais preciso e ajustado de joelho e tornozelo conseqüentemente melhorando os parâmetros cinemáticos: índice KMSw, índice K-ROM, índice AMSt, índice AMSw e índice A-ROM e também proporcionou melhoras na mobilidade funcional de indivíduos pós-AVC.

4. Considerações finais

Com base nos resultados deste estudo foi possível verificar que não há na literatura um único método padronizado para avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos pós-AVC.

Contudo foi possível através da avaliação tridimensional da marcha e avaliação estabilimétrica verificar que a ETCC associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos pós-AVC interfere sobre o padrão da marcha e no equilíbrio dinâmico. Mesmo com bons resultados sugerimos para estudos futuros o desenvolvimento de outros protocolos com sessões não consecutivas, por um período de tempo maior, para manutenção dos ganhos obtidos podendo prolongá-los, possibilitando também uma melhor adequação a rotina dos pacientes.

5. Referências Bibliográficas

1. Askim T, Morkved S, Engen A: Effects of a community-based intensive motor training program combined with early supported discharge after treatment in a comprehensive stroke unit: A randomized controlled trial. *Stroke*, 2010; 41(8): 1697–703.
2. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories: ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166: 111–117.
3. Barcala L, Grecco LAC, Colella F, Lucareli PRG, Salgado ASI, Oliveira CS : Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: A randomized controlled trial. *Journal Physical Therapy Science*. 2013; 25: 1027-32.
4. Beinotti F, Fonseca CP, Silva MC, Arruda MIF, Gaspar S, Cacho EWA, Oberg TD: Treino de Marcha com Suporte Parcial de Peso em Esteira Ergométrica e Estimulação Elétrica Funcional em Hemiparéticos. *Acta Fisiátrica*, 2007, 6 (3): 159 – 163.
5. Chen CC, Hong WH, Wang CM: Kinematic features of rear-foot motion using anterior and posterior ankle-foot orthoses in stroke patients with hemiplegic gait. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91: 1862–1868.
6. Chen JC, Lin CH, Wei YC: Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute stroke: a single blind randomized clinical trial. *Clinical Rehabil*, 2011; 25(9) 823–32.
7. Cho HY, Kim JS, Lee GC: Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil*, 2013; 27(8): 675–80.
8. Contran RS, Kumar V, Robbins SL. Robbins: Patologia Estrutural e Funcional. 5ª edição. Editora Guarabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.

9. Cruzado DP, Sánchez MG, Vargas AIC: Parameterization and reliability of single-leg balance test assessed with inertial sensors in stroke survivors: a cross-sectional study. *Biomed Eng Online*, 2014; 13: 127.
10. Duarte NA, Grecco LA, Galli M, Fregni F, Oliveira CS: Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 2014, 9: e105777.
11. Dumont AJL, Araujo MC, Lazzari RD, Santos CA, Carvalho DB, Moura RCF, Ferreira LAB, Galli M, Oliveira CS: Effects of a single session of transcranial direct current stimulation on static balance in a patient with hemiparesis: a case study. *Journal Physical Therapy Science*, 2015, 27: 955–958.
12. Faria CDCM, Teixeira-Salmela LF, Nadeau S: Effects of the direction of turning on the Time Up& Go Test with stroke subjects. *Top Stroke Rehabilitation*. 2009; 16(3): 196-206.
13. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE, Cox Steck GA, Spichiger R, Vereeck LE, Putman KD, Van Hoydonck GA: Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. *Stroke*. 1998; 29(4):785-92.
14. Fisher S, Lucas L, Thrasher TA: Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. *Top Stroke Rehabilitation*, 2011; 18(3): 269–76.
15. Fregni F, Bossio PS, Brunoni AR. *Neuromodulação terapêutica: Princípios e avanços da estimulação cerebral não invasiva em neurologia, reabilitação, psiquiatria e neuropsicologia*. Sarvier. São Paulo, 2012.
16. Fregni F, Gimenes R, Valle AC, Ferreira MJ, Rocha RR, Natalle L, Bravo R, Rigonatti SP, Freedman S, Nitsche M, Pascual-Leone A, Boggio PS. A randomized, sham-controlled, proof of

principle study of transcranial direct current stimulation for the treatment of pain in fibromyalgia: *Arthritis and Rheumatism*, 2006, 54:3988-98.

17. Fritz SL, Peters DM, Angela M: Active video-gaming effects on balance and mobility in individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabilitation*, 2013; 20(3): 218–25.

18. Geroin C, Picelli A, Munari D, Waldner A, Tomelleri C, Smania N: Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison. *Clinical Rehabilitation*, 2011; 25(6): 537–548.

19. Geurts ACH, de Haart M, van Nes I Duysens J: A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*, 2005; 22(3): 267–81.

20. Grecco LA, Duarte NA, Mendonça ME, et al.: 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 Pediatric*, 2013, 13: 168.

21. Hafsteinsdóttir TB, Rensink M, Schuurmans M: Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: A systematic review. *Top Stroke Rehabilitation*. 2014; 21(3): 197-210.

22. Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, Schaffrin A, Baake P, Malezic M, Mauritz KH: Treadmill Training With Partial Body Weight Support Compared With Physiotherapy in Non ambulatory Hemiparetic Patients: *Stroke*. 1995; 26(6): 976-981.

23. Homan RW, Herman J, Purdy P: Cerebral location of international 10-20system electrode placement. *Electroencephalogr Clinical Neurophysiol*. 1987, 66: 376–382.

24. Hummel F, Celnik P, Giraux P, Floel A, Wu WH, Gerloff C, Cohen LG. Effects of non-invasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke: *Brain*. 2005, 128 (3): 490-499.

25. Hung JW, Chou CX, Hsieh YW: Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight-shift therapy in patients with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2014; 95: 1629–37.
26. In-Hee Lee. Does the speed of the treadmill influence the training effect in people learning to walk after stroke? A double-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2014;1–8
27. Iwabe C, da Rocha Diz MA, Barudy DP: Análise cinemática da marcha em indivíduos com Acidente Vascular Encefálico. *Revista Neurociência*, 2008, 16: 292–296.
28. Kang HK, Kim Y, Chung Y, Hwang S: Effects of treadmill training with optic flow on balance and gait in individuals following stroke: randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 2012, 26(3): 246–55.
29. Kashi D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. Enhanced locomotor adaptation aftereffect in the “broken escalator” phenomenon using anodal tDCS: *Journal of Neurophysiology*, 2012, 107: 2493-2505.
30. Kawamoto H, Kamibayashi K, Nakata Y, Yamawaki K, Ariyasu R, Sankai Y, Sakane M, Eguchi K, Ochiai N: Pilot study of locomotion improvement using hybrid assistive limb in chronic stroke patients. *BMC Neurology*. 2013; 13: 141-8.
31. Kim D, Ko J, Woo YK: Effects of dual task training with visual restriction and an unstable base on the balance and attention of stroke patients: *Journal of Physical Therapy Science*, 2013; 25: 1579–82.
32. Knutson E, Martensson A: Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. *Scandinavian Journal Rehabilitation Medicine*. 1980; 12: 93-106.
33. Kunkel D, Pickering RM, Burnett M, Littlewood J, Burridge JH, Ashburn A: Functional electrical stimulation with exercises for standing balance and weight transfer in acute stroke patients: A feasibility randomized controlled trial. *Neuromodulation*. 2013; 16(2): 168–77.

34. Lee C-W, Kim SG, Youg MS: Effects of hippotherapy on recovery of gait and balance ability in patients with stroke. *Jornal Physical Therapy Science*. 2014; 26(2): 309–11.
35. Lee SW, Shin DC, Song Ch: The effects of visual feedback training on sitting balance ability and visual perception of patients with chronic stroke. *Journal Physical Therapy Science*. 2013; 25: 635–39
36. Lucareli PR, Lima MO, Lucarelli JG, Lima FP. Changes in joint kinematics in children with cerebral palsy while walking with and without a floor reaction ankle-foot orthosis. *Clinics*, 2007; 62(1): 63-8.
37. Lundy-Ekman L. *Neurociência: Fundamentos Para a Reabilitação*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000.
38. Madhavan S, Weber KA, Stinear JW. Non-invasive brain stimulation enhances fine motor control of the hemiparetic ankle: implications for rehabilitation: *Brain*. 2011; 209(1): 9-17.
39. Maher CA, Williams MT, Olds TS: The six-minute walk test for children with cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2008, 31: 185–188.
40. Medeiros CLP, Sousa CO, Souza AS, Soares MR, Barela AMF, Salvini TF. Effects of the addition of functional electrical stimulation to ground level gait training with body weight after support chronic stroke: *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 201; 15 (6): 436-44.
41. Mendonça ME, Fregni F. Neuromodulação com estimulação cerebral não invasiva: aplicação no acidente vascular encefálico, doença de Parkinson e dor crônica. In.: ASSIS, R.D. *Conduitas práticas em fisioterapia neurológica*. Manole. São Paulo, p. 307-39, 2012.

42. Miranda PC, Lomarev M, Hallett M: Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. *Clinical Neurophysiology*. 2006,11(7): 1623–1629.
43. Nitsche MA, Paulus W. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*. 2001; 27(10):1899-901.
44. Oliveira RMC, Andrade LAF: Acidente vascular cerebral. *Revista Brasileira Hipertensão*. 2001; 8(3): 280-90.
45. Ottoboni C, Fontes SV, Fukujima MM: Estudo comparativo entre marcha normal e de pacientes hemiparéticos por acidente vascular encefálico. *Revista Neurociência*. 2002; 10(1): 10–16.
46. Park SD, Kim JY, Song SH: Effect of application of transcranial direct current stimulation during task-related training on gait ability of patients with stroke: *Journal Physical. Therapy. Science*. 20015; 27: 623–625.
47. Park SW, Lee KJ, Shin DC et al: The effect of underwater gait training on balance ability of stroke patients. *Journal Physical Therapy Science*. 2014; 26: 899–903.
48. Podsiadlo D, Richardson S: The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991; 39 (2): 142–148.
49. Polese JC, Ada L, Dean CM, Nascimento LR, Salmela LFT. Treadmill training is effective for ambulatory adults with stroke: a systematic review: *Journal of Physiotherapy*. 2013, 59(2): 73-80.
50. Polese JC, Tonial A, Jung FK, Mazuco R, Oliveira SG, Schuster RC. Avaliação da funcionalidade de indivíduos acometidos por Acidente Vascular Encefálico: *Revista Neurociência* 2008,16(3): 175-178.
51. Pollock C, Eng J, Garland S: Clinical measurement of walking balance in people post stroke: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 2011; 25(8): 693–708.
52. Prado-Medeiros CL, Sousa CO, Souza AS, Soares MR, Barela AMF, Salvini TF.: Effects of the addition of functional

electrical stimulation to ground level gait training with bodyweight support after chronic stroke. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2011; 15(6): 436–444.

53. Rodrigues JE, Sá MS, Alouche SR: Perfil dos pacientes acometidos por AVE tratados na clínica escola de fisioterapia da UMESP. *Revista Neurociências*. 2004; 12: 117-22.

54. Routson RL, Clark DJ, Bowden MG, Kautz SA, Neptune RR. The influence of locomotor rehabilitation on module quality and post-stroke hemiparetic walking performance: *Gait & Posture*. 2013; 38(3): 511–517.

55. Saeys W, Vereeck L, Truijen S: Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2012; 26(3): 231–38.

56. Silver KHC, Macko RF, Forrester LW, Goldberg AP, Smith GV. Effect of treadmill training on gait velocity, cadence and gait symmetry in chronic hemiparetic stroke: *Neurorehabilitation Neural Repair*, 2000, 14(1): 65-71.

57. Smith L, Weiss E, Lehmkuhl D. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. 5ª edição. Editora Manole, São Paulo, 1997.

58. Sohn MK, Jee SJ, Kim YW: Effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and lower extremity strength in hemiplegic stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2013; 37(6): 759–65.

59. Son SM, Park MK, Lee NK: Influence of resistance exercise training to strengthen muscles across multiple joints of the lower limbs on dynamic balance functions of stroke patients. *Journal Physical Therapy Science*. 2014; 26: 1267–69.

60. Stagg CJ, Bachtiar V, O'Shea J, Allman C, Bosnell RA, Kischka U, Matthews PM, Johansen-Berg H. Cortical activation changes underlying stimulation induced behavioral gains in chronic stroke. *Brain*. 2012; 135:276-84.

61. Tahtis V, Kaski D, Seemungal BM: The effect of single session bi-cephalictranscranial direct current stimulation on gait performance in sub-acute stroke: a pilot study. *RestorNeurol Neuroscience*. 2014; 32: 527–532.
62. Tanaka S, Takeda K, Otaka Y, et al.: Single session of transcranial directcurrent stimulation transiently increases knee extensor force in patients with hemiparetic stroke. *Neurorehabilitation Neural Repair*. 2011; 25: 565–569.
63. Thijssen DH, Paulus R, van Uden CJ, et al.: Decreased energy cost and improved gait pattern using a new orthosis in persons with long-term stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007; 88: 181–186.
64. Wagner T, Fregni F, Fecteau S, Grodzinsky A, Zahn M, Leone AP.: Transcranial direct current stimulation:a computer-based human model study: *Neuroimage*. 2007; 35: 1113 –1124.
65. Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP.: Investigation of the timed ‘up & go’ test in children. *Developmental Medicine Child Neurology*. 2005; 47: 518–524.
66. Yoo J, Jeong J, Lee W: The effect of trunk stabilization exercise using an unstable surface on the abdominal muscle structure and balance of stroke patients. *Journal Physical Therapy Science*. 2014; 26(6): 857–59.

6. APÊNDICES

6.1 Apêndice 1- ArtigoIPublicado

Instruments Used for Assessment of Static and Dynamic Balance in Stroke Survivors: A Systematic Review

Arislander Jonathan Lopes Dumont, Cibele Almeida Santos, Roberta Delasta Lazzari, Hugo Pasini Neto, Luiz Alfredo Braun Ferreira, Claudia Santos Oliveira

ISSN 1895-2089 © Med Sci Tech, 2015; 56: 31-36 DOI: 10.12659/MST.893063

Received: 20.14.13.17
 Accepted: 20.15.02.05
 Published: 20.15.02.24

Instruments Used for Assessment of Static and Dynamic Balance in Stroke Survivors: A Systematic Review

 Authors Contributions:
 Study Design: A
 Data Collection: G
 Statistical Analysis: C
 Data Interpretation: G
 Manuscript Preparation: T
 Literature Search: T
 Final Selection: G

AZF 1 Arislender Jonathan Lopes Dumont
TF 1 Cibele Almeida Santos
CE 1 Roberta Delasta Lazzari
AZF 2 Hugo Pasini Neto
AZF 3 Luiz Alfredo Braun Ferreira
AC 4 Claudia Santos Oliveira

 1 Master's Program in Rehabilitation Sciences, University Nova de São Paulo, São Paulo, SP (Brazil)
 2 Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, São Carlos University (UNICAMP), University Nova de São Paulo, São Paulo, SP (Brazil)
 3 Graduate College, Student Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, University Nova de São Paulo, São Paulo, SP (Brazil)
 4 Master's and Doctoral Programs in Rehabilitation Sciences, University Nova de São Paulo, São Paulo, SP (Brazil)


Corresponding Author: Claudia Santos Oliveira, e-mail: csantos@uninove.br

Source of support:

Brazilian sponsoring agencies: National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Advancement of Higher Education Personnel (CAPES), and State of São Paulo Research Assistance Foundation (FAPESP-2013/22623-2)

The aim of the present study was to perform a systematic review of the literature to clarify what instruments for the assessment of static and dynamic balance have been validated and are the most widely used for stroke survivors. Searches were conducted in 5 databases. The eligibility criteria for the selection of articles were randomized controlled clinical trials published between 2009 and 2014, the main outcome of which was the evaluation of static or dynamic balance in stroke survivors. The methodological quality of the articles was evaluated based on the PEDro evidence scale. Fourteen articles met the eligibility criteria and received a score of 3 or more points on the PEDro scale. The analysis of the articles selected suggests that no assessment tool allows the evaluation of both static and dynamic balance in stroke survivors, and no authors stated what the best assessment tool is. The tools most often used were a stabilometric evaluation using force plates, the Berg Balance Scale, the Timed Up-and-Go Test, and the Six Minute Walk Test.

MeSH Keywords: Physical Therapists • Postural Balance • Stroke

Full-text PDF: <http://medscitechol.com/abstract/indexfdArt/893063>
 1282
  3
  1
  21


Background

Cerebrovascular accident (stroke) is defined as the sudden onset of clinical signs and symptoms stemming from focal or global neurological disorders with symptoms lasting more than 24 hours. Stroke is the third most prevalent cause of death worldwide and is the first in Brazil [1]. It is one of the main causes of disability, as most stroke survivors have impaired sensory, motor, cognitive, and emotional functions, which often compromise independence with regard to activities of daily living. Deficient postural control has the greatest impact on such activities [2].

Postural control is divided into static and dynamic balance. Static balance is the ability to control one's center of mass within the support base during quiet standing. Dynamic balance is the ability to move in a straight line while maintaining the center of mass within the support base during tasks such as walking, turning around, and sitting down [3]. Compromised balance leads to the partial loss of function in stroke victims for activities of daily living and increases the risk of falls, which can have serious consequences, such as fractures or head trauma. Such injuries prolong the recovery period and can lead to further hospitalizations, with a consequent negative impact on the rehabilitation process [4].

For the rehabilitation of patients with balance deficits, it is extremely important for healthcare professionals to have knowledge on the patient's clinical condition as well as the instruments used for the assessment of static and dynamic balance [5]. The literature describes different scales and tests designed to measure balance capacity in individuals with hemiparesis [6]. However, there is no consensus on what is the most adequate, reliable balance assessment tool for this population.

The aim of the present study was to perform a systematic review of the literature on the most widely used validated instruments for the assessment of static and dynamic balance in stroke survivors.

Searches were conducted in the Medline, PEDro, Liliacs, Scielo, and PubMed databases using combinations of the following keywords: cerebrovascular accident, stroke, balance, and functional scales. The articles retrieved were evaluated by 2 independent researchers (each blinded to the other's findings). The eligibility criteria for the selection of articles were randomized, controlled clinical trials and pilot studies published between 2009 and 2014, the main outcome of which was the evaluation of static or dynamic balance in stroke survivors.

The quality of the selected articles was evaluated, scored, and qualified using the Physiotherapy Evidence Data base (PEDro) scale, which has 11 items. Each item met receives a score of

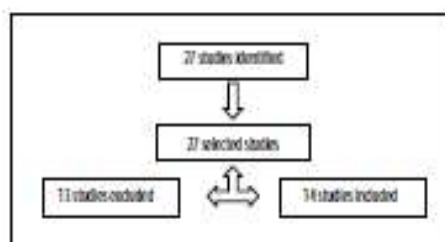


Figure 1. Flowchart of studies included in review.

1 point, except item 1, which is not scored. The final score ranges from 0 to 10 points. The aim of this scale to allow the evaluation of the methodological quality of randomized, controlled trials and pilot studies, giving priority to 2 important factors: 1) whether the study has internal validity (whether the results offer sufficient information, clinical/statistical relevance so that the interpretation is clear); and 2) whether the study is reproducible. All divergences between the 2 researchers regarding the PEDro scale scores were discussed until a consensus was reached.

The search of the databases led to a total of 28 articles, 14 of which met the eligibility criteria and were included in the present review and 13 articles were excluded for not having the appropriate methodology (Figure 1). All 15 articles had at least 3 points on the PEDro Scale and were considered to demonstrate adequate quality (Tables 1 and 2).

All studies used 1 or more tools for assessment of static or dynamic equilibrium, and the results of these scales were considered for review in question. Information obtained from the articles selected for this review were filed and the following information was extracted from the selected articles: name of the authors, sample size, sample characteristics, methodology, tools used for measurement of static/dynamic balance, and results (Table 3).

The following information was extracted from the selected articles: name of the authors, sample size, characteristics of sample and tools used for measurement of static and dynamic balance (Table 3).

Discussion

The aim of the present systematic review was to determine the instruments employed in randomized, controlled trials for the assessment of static and dynamic balance in stroke victims. Considerable heterogeneity was found in the literature regarding such assessment tools for this population.

Table 2. Authors, methodological quality and type of studies included in review.

Article	Author	PDQo score	Type of study
1	Hung et al., 2014	7/10	Clinical trial
2	Fitz et al., 2013	9/10	Clinical trial
3	Che et al., 2012	7/10	Clinical trial
4	Kunkel et al., 2013	9/10	Clinical trial
5	King et al., 2011	7/10	Clinical trial
6	Saeyn et al., 2012	7/10	Clinical trial
7	Fisher et al., 2011	5/10	Clinical trial
8	Askin et al., 2010	9/10	Clinical trial
9	Won Lee et al., 2013	6/10	Clinical trial
10	Kim et al., 2013	4/10	Clinical trial
11	Yoo et al., 2014	4/10	Clinical trial
12	Park et al., 2014	7/10	Clinical trial
13	Son et al., 2014	7/10	Clinical trial
14	Lee et al., 2014	4/10	Clinical trial

Table 1. Methodological quality of articles included in review.

PDQo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Eligibility	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Randomised allocation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Concurrent allocation	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Similar prognosis	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Blinded subjects	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Blinded therapists	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Blinded evaluations	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Key results	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Intention to treat	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Comparison between groups	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precision and variability	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Score	7	9	7	9	7	7	5	9	6	4	4	7	7	4

1 – yes; 0 – no.

Among the studies that evaluated static balance, force plates were the instruments most often used in stabilometric evaluation [7–11] of oscillations in the center of pressure (body sway on the longitudinal and transverse axes) resulting in accurate measurements. Stabilometric evaluation allows the measurement of quantitative changes in the center of pressure following the use of rehabilitation techniques and can be repeated months afterward to give precise readings of the long-term effects of therapy (follow-up) [7]. No studies reported the use of any validated test, questionnaire, or scale for the assessment of static balance in stroke survivors.

Among the studies that evaluated dynamic balance, the Berg Balance Scale (BBS) was employed in the majority [9,11–18]. The BBS is used for the evaluation of functional balance and is easy and practical to administer, with results that have considerable clinical and academic acceptance [9]. The Timed Up-and-Go Test (TUGT) was also widely used [7,11,12,19–21]. This simple test is fast, simple, inexpensive, and easily understood by patients [7], which differentiates it from other assessment instruments, and its validity makes it acceptable to researchers. The Six-Minute Walk Test is a validated test of the assessment of respiratory capacity, but has also been used for the

Table 2. Authors, methodological quality and type of studies included in review.

Article	Author	PEDro score	Type of study
1	Hung et al., 2014	7/10	Clinical trial
2	Fitz et al., 2013	9/10	Clinical trial
3	Che et al., 2012	7/10	Clinical trial
4	Kuziel et al., 2013	9/10	Clinical trial
5	King et al., 2011	7/10	Clinical trial
6	Saeyn et al., 2012	7/10	Clinical trial
7	Fisher et al., 2011	5/10	Clinical trial
8	Askin et al., 2010	9/10	Clinical trial
9	Woo Lee et al., 2013	6/10	Clinical trial
10	Kim et al., 2013	4/10	Clinical trial
11	Yoo et al., 2014	4/10	Clinical trial
12	Park et al., 2014	7/10	Clinical trial
13	Son et al., 2014	7/10	Clinical trial
14	Lee et al., 2014	4/10	Clinical trial

Table 1. Methodological quality of articles included in review.

PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Eligibility	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Randomized allocation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Confidential allocation	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Similar prognosis	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Blinded subjects	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Blinded therapists	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Blinded evaluations	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Key results	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Intention to treat	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Comparison between groups	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precision and variability	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Score	7	9	7	9	7	7	5	9	6	4	4	7	7	4

1 – yes; 0 – no.

Among the studies that evaluated static balance, force plates were the instruments most often used in stabilometric evaluation [7–11] of oscillations in the center of pressure (body sway on the longitudinal and transverse axes) resulting in accurate measurements. Stabilometric evaluation allows the measurement of quantitative changes in the center of pressure following the use of rehabilitation techniques and can be repeated months afterward to give precise readings of the long-term effects of therapy (follow-up) [7]. No studies reported the use of any validated test, questionnaire, or scale for the assessment of static balance in stroke survivors.

Among the studies that evaluated dynamic balance, the Berg Balance Scale (BBS) was employed in the majority [9,11–18]. The BBS is used for the evaluation of functional balance and is easy and practical to administer, with results that have considerable clinical and academic acceptance [9]. The Timed Up-and-Go Test (TUGT) was also widely used [7,11,12,19–21]. This simple test is fast, simple, inexpensive, and easily understood by patients [7], which differentiates it from other assessment instruments, and its validity makes it acceptable to researchers. The Six-Minute Walk Test is a validated test of the assessment of respiratory capacity, but has also been used for the

Table 3. Characteristics of studies included in review.

Article	N° of subjects	Characteristics of sample	Methods	Assessment measures	Results
1	30	Chronic stroke Sex: F=12 M=18	CG: n=15: Conventional therapy EG: n=15: Wii Fit	Tetra Interactive Balance System; Time Up-and-Go Test; Falls Efficacy Scale- International	There was significant improvement in the experimental group in all measures in the control group; this improvement was not maintained after 3 months of follow-up
2	28	Chronic stroke Sex: F=No informed M=No informed	CG: n=13: normal activity EG: n=15: gaming	Berg Balance Scale; Dynamic Gait Index; Time Up-and-Go Test; 6-minute walk test; 3-meter walk	No statistically significant differences between or within groups
3	28	Chronic stroke Sex: F=11 M=17	CG: n=15: performed motor imagery EG: n=13: performed gait training	Time Up-and-Go Test; 10-m walk test	After intervention, there were significant improvements in both groups. Fugl-Meyer assessment, the experi- mental group exhibited significant improvement but the control group did not
4	21	Chronic stroke Sex: F=9 M=12	CG: n=7: Usual care EG: n=7: FES+ Exercise EG: n=7: Exercise	Balance Performance Monitor (BPM Data Print software); Berg Balance Scale; 10-m walk test	No statistically significant differences between or within groups. More there was a greater improvement in the FES group + Exercise
5	30	Acute stroke Sex: F=14 M=16	CG: n=10: Regular therapy EG: n=10: TDF EG: n=10: Treadmill	Timed up-and-go test, Functional reach test, 10-m walk Test and 56-minute walk test	There was a significant improvement in Treadmill with optic flow group in reviews timed up-and-go test, functional reach test, the 4-minute walk test in relation to other groups. Only in the 10-m walk test had no significance between groups
6	33	Acute stroke Sex: F=No informed M=No informed	CG: n=15: Conventional therapy EG: n=18: Selective coordination and trunk movements	Tinetti Test; Four Test Balance Scale; Berg Balance Scale; Dynamic Gait Index (DGI)	There was significant improvement in the experimental group in all evaluations compared to the control group
7	20	Chronic stroke Sex: F=6 M=14	CG: n=Conventional therapy EG: n=RAGT	Tinetti Test; 6-minute walk test; 10-m walk test.	Both groups showed significant improvement in all outcome measures following treatment, but there was no difference between groups.

Table 3. Characteristics of studies included in review.

Article	N° of subjects	Characteristics of sample	Methods	Assessment measures	Results
8	62	Acute stroke Sex: F=33 M=29	CG: n=30: IMT EG: n=32: ST	Berg Balance Scale; 5-m walk test; Step Test	There were no statistical significant differences between the groups on any measure
9	30	Chronic stroke Sex: F=7 M=23	CG: n=15: Treadmill EG: n=15: Hydrotherapy	Berg Balance Scale	Significant improvement in sitting therapy group compared to the treadmill group
10	38	Chronic stroke Sex: F=22 M=16	CG: UDT CG: VDT EG: VUDT	Center of Pressure; Berg Balance Scale	A significant difference was shown in all three groups before and after training
11	24	Chronic stroke Sex: F=12 M=12	CG: n=12: Uist EG: n=12: CSA	Berg Balance Scale	There was significant improvement in both groups
12	20	Chronic stroke Sex: F=9 M=11	CG: n=10: Conventional therapy EG: n=10: Conventional therapy + underwater treadmill	Force Plate (Balance System 50)	There was no significant difference between groups
13	28	Chronic stroke Sex: F=13 M=15	CG: n=14: Conventional therapy EG: n=14: Conventional therapy+ treatment muscular	Good Balance system - Force Plate; Berg Balance Scale Time Up-and-Go Test.	In the BBS and TUG had significant increase in both groups, the force plate was only significant improvement in the experimental group
14	22	Chronic stroke Sex: F=16 M=6	CG: n=10: Conventional therapy EG: n=12: Conventional therapy + visual feedback	Force Plate	The experimental group showed significant results in the control group

CSA – stable surface on the mobilization of stem; CG – control group; EG – experimental group; F – female; FES – functional electrical stimulation; UDT – unstable base dual-task training; VDT – visual restriction dual-task training; VUDT – view restriction and unstable base dual-task training.

assessment of mobility [7,12,33,20], thereby allowing evaluation of dynamic balance and the risk of falls [12]. Moreover, the fact that this test simulates normal walking in daily life makes it easy to administer.

Other instruments have also been employed to measure dynamic balance, such as the Ten-Meter Walk Test [13,39,20] and the Three-Meter Walk Test [11]. However, none of the authors cited have described the reasons why a given test was selected. Stacy et al. (2013) [12] and Saeyns et al. (2012) [14] used the Dynamic Gait Index, which proved to be a reliable tool for measuring dynamic balance in stroke survivors. Fisher et al. (2011) [13] evaluated balance in individuals with hemiparesis

using the Tinetti test and associated the results of the test with the risk of falls.

Some instruments were only used in 1 study, such as the Falls Efficacy Scale-International [7], Trunk Impairment Scale [20], Scale for Stroke Trunk Control [15], and the Step Test [36]. Thus, no definitive conclusion can be made regarding the best tool for measuring static and dynamic balance in stroke survivors. Indeed, none of the authors of any of the articles analyzed cites the best assessment tool. However, the most often used tools are stabilometric evaluation using force plates, the BBS, the TUGT, and the Six-Minute Walk Test.

Conclusions

We conclude on the basis of the studies analyzed in this review that there are several tools used to evaluate the static and dynamic balance of brain post-stroke individuals, but we cannot say which tool is the best to use in assessing balance. We emphasize that from the evaluated tools it was not possible to assess both the static and dynamic balance of this population, which requires the use of at least 2 tools.

Limitations

Our review was limited to literature with the stated goal of production benchmarks. Based on our analysis of the selected studies, we cannot identify a single rigorous methodology.

References:

- Polese JC, Tonali A, Long F et al. Avaliação da funcionalidade de indivíduos com acrometrias por Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurociênc*, 2005; 36(3): 375-78 [in Portuguese]
- Caetano ADI, de Haert M, van Nes I, Ouyants I. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*, 2005; 22(1): 267-81.
- Pollock C, Ong J, Garland S. Clinical measurement of walking balance in people post stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*, 2011; 25(8): 693-708
- Sohn MK, Lee SJ, Kim YW. Effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and lower extremity strength in hemiplegic stroke patients. *Ann Rehabil Med*, 2013; 37(6): 759-65
- Ottoboni C, Forlani SV, Fukujima MM. Estudo comparativo entre marcha normal e de paralisia hemiparética por acidente vascular cerebral. *Rev Neurociênc*, 2002; 10(1): 10-16 [in Portuguese]
- Pereira Cruzado D, González Sánchez M, Cuervo Vargas A. Parameterization and reliability of single-leg balance test assessed with inertial sensors in stroke survivors: a cross-sectional study. *Bioméd Eng On Line*, 2014; 13: 127
- Huang W, Chiu CX, Hsieh YW. Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight shift therapy in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2014; 95: 1629-37
- Lee SW, Shin DC, Song CH. The effects of visual feedback training on sitting balance ability and visual perception of patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*, 2013; 25: 635-39
- Kim D, Ko J, Woo YK. Effects of dual task training with visual distraction and an unstable base on the balance and attention of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2013; 25: 1579-82
- Park SW, Lee XJ, Shin DC et al. The effect of underwater gait training on balance ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2014; 26: 899-903
- Son SM, Park MK, Lee BK. Influence of resistance band training to strengthen muscles across multiple joints of the lower limbs on dynamic balance functions of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2014; 26: 1267-69
- Pittz S, Peters GM, Angello M et al. Active video-gaming effects on balance and mobility in individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil*, 2013; 20(2): 218-25
- Kuziel D, Pickering RM, Burnett M et al. Functional electrical stimulation with wireless for standing balance and weight transfer in acute stroke patients: A feasibility randomized controlled trial. *Neurorehabilitation*, 2013; 36(2): 366-77
- Saeyn W, Verweck L, Truijen S. Randomized controlled trial of taurine derivatives early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair*, 2013; 26(5): 251-58
- Chen J-C, Lin C-H, Wei Y-C et al. Facilitation of motor and balance recovery by thermal intervention for the paretic lower limb of acute stroke: a single blind randomized clinical trial. *Clin Rehabil*, 2011; 25(6): 823-32
- Akinci T, Merikand S, Ergen A et al. Effects of a community-based intensive motor training program combined with early supported discharge after treatment in a comprehensive stroke unit: A randomized controlled trial. *Stroke*, 2010; 41(8): 1697-703
- Yoo J, Jeong J, Lee W. The effect of trunk stabilization exercise using an unstable surface on the abdominal muscle structure and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2014; 26(4): 857-59
- Lee CW, Kim SC, Young MS. Effects of hypothermia on recovery of gait and balance ability in patients with stroke. *J Phys Ther Sci*, 2014; 26(2): 309-11
- Cho HY, Kim JS, Lee GC. Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 2013; 27(6): 675-80
- Kang HK, Kim Y, Chung Y, Hwang S. Effects of treadmill training with optic flow on balance and gait in individuals following stroke: randomized controlled trials. *Clin Rehabil*, 2012; 26(1): 365-55
- Risher S, Lucas L, Throssler TA. Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. *Top Stroke Rehabil*, 2011; 18(2): 269-76

6.2 Apêndice 2 – Artigo II Publicado.

Effects of a single session of transcranial direct current stimulation on static balance in a patient with hemiparesis: a case study.

Arislander Jonathan Lopes Dumont, Maria Carolina Araujo, Roberta Delasta Lazzari, Cibele Almeida Santos, Debora Bachin Carvalho, Renata Calhes Franco de Moura, Luiz Alfredo Braun Ferreira, Manuela Galli, Claudia Santos Oliveira.

J. Phys. Ther. Sci. 27: 955–958, 2015

Case Study

Effects of a single session of transcranial direct current stimulation on static balance in a patient with hemiparesis: a case study

J. Phys. Ther. Sci.
27: 955-958, 2015

ARILANDIER JONATHAN LOPES DUMONT¹⁾, MARIA CAROLINA ARAUJO²⁾,
ROBERTA DELASTA LAZZARI³⁾, CIBELE ALMEIDA SANTOS⁴⁾, DEBORA BASSINI CARVALHO⁵⁾,
RENATA CALHEIS FRANCO DE MOURA³⁾, LUIZ ALFREDO BRAUN FERRERA^{3, 6)}, MANUELA GALLI³⁾,
CLAUDIA SANTOS OLIVEIRA^{6)*}

¹⁾ Master's Program in Rehabilitation Sciences, University Nove de Julho, Brazil

²⁾ Department of Physiotherapy, University Nove de Julho, Brazil

³⁾ Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, University Nove de Julho, Brazil

⁴⁾ Graduate College, Student Doctoral Program in Rehabilitation Sciences, University Nove, Brazil

⁵⁾ Dipartimento di Biomeccanica, Politecnico di Milano, Italy

⁶⁾ Master's and Doctoral Programs in Rehabilitation Sciences, University Nove Julho, Brazil

Abstract. [Purpose] Cerebrovascular accident (stroke) is characterized by an abrupt onset of focal or global neurological signs and symptoms. Asymmetry of the limbs is common following a stroke due to hemiplegia or hemiparesis. [Subject and Methods] A male patient having suffered an ischemic stroke was initially evaluated using the Timed Up-and-Go Test and the Six-Minute Walk Test. Static balance was evaluated using a force plate (Kistler model 9286BA) for the stabilometry analysis of center of pressure (COP) sway. The data were interpreted using the SWAY software program (BTS Engineering) synchronized with the SMART-D 140® system. Anodal transcranial direct current stimulation (tDCS; 2 mA) was applied over the primary motor cortex for 20 minutes during gait training on a treadmill. [Results] Under the condition of eyes open, reductions were found in anteroposterior sway (6.18%), trace length (3.3%) and sway velocity (3.3%) immediately following tDCS. [Conclusion] A single session of anodal tDCS combined with treadmill training had a positive effect on the static balance of a subject with chronic hemiparesis stemming from a stroke.

Key words: Hemiparesis, Transcranial direct current stimulation, Balance

(This article was submitted Sep. 19, 2014, and was accepted Oct. 24, 2014)

INTRODUCTION

Cerebrovascular accident (stroke) is categorized as either hemorrhagic or ischemic and is characterized by an abrupt onset of focal or global neurological signs and symptoms¹⁾. The main risk factors of a stroke are atherosclerosis, thrombosis, embolism, arterial hypertension, the malformation of a blood vessel and heart disease²⁾. A stroke can occur when blood flow to an area of the central nervous system is interrupted. The consequences of a stroke depend on the anatomic location of the brain lesion^{3, 4)}.

Stroke is one of the main causes of death and disability. Annually, approximately 15 million individuals throughout the world suffer a stroke, five million of whom die and 10 million survive. Stroke survivors experience persistent

neurological disorders, that affect functional capacity⁴⁾. Asymmetry of the limb function is common following a stroke, due to hemiplegia or hemiparesis caused by upper motor neuron syndrome, which results in reductions in both muscle strength and motor control as well as spasticity, hyperreflexia, co-contraction and spastic dystonia in the affected limbs. These conditions result in an abnormal gait pattern, a loss of balance and inadequate posture⁵⁾.

The literature describes different forms of therapy for improving the balance and posture of stroke survivors. Paolo-Medeiros et al.⁶⁾ reported an improvement in the balance of stroke survivors after treadmill training with partial weight support combined with functional electrical stimulation. Min Kyun Sohn et al.⁷⁾ reported a significant improvement in the postural stability of patients treated with transcranial direct current stimulation (tDCS).

Motor training can be combined with noninvasive brain stimulation techniques to optimize the functional outcome through the potentiation of neuroplastic changes⁸⁾. Thus, tDCS has become a topic of interest among researchers. This safe, inexpensive form of brain stimulation causes lasting changes in the excitability of the motor cortex in both animals and humans. The method involves the administration

*Corresponding author: Claudia Santos Oliveira (E-mail: caoliveira@uninove.br)

©2015 The Society of Physical Therapy Science. Published by IJPTC Inc. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives (by-nc-nd) license <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>>

of a monophasic, low-intensity, electrical current to the scalp using silicone-sponge surface electrodes moistened with saline solution. The effects of tDCS are achieved by the movement of electrons due to the difference in electrical charge. The anodal electrode has a positive current and the cathode has a negative current. The electrons flow from the negative to the positive pole, causing different effects on biological tissues. While most of the current is dissipated among the overlying tissues, enough reaches the primary motor cortex to alter the membrane potential of local cells^{8,10}.

Although most studies of tDCS have addressed upper limb function¹¹, few investigations have addressed the positive effects on the affected lower limb of stroke survivors. Min Kyun Sohn et al.¹² reported the improved balance of individuals with sub-acute stroke improved following the administration of tDCS. However, no previous study has investigated the use of this method on individuals with chronic manifestations of a stroke.

The aim of the present study was to determine the effects of tDCS combined with treadmill training on the static balance of an individual with chronic hemiparesis stemming from a stroke.

SUBJECTS AND METHODS

This study was carried out in compliance with the regulating guidelines and norms regulating research involving human subjects stipulated by the Brazilian National Health Board in October 1996, and it received approval from the Human Research Ethics Committee of University (Brazil) under process number 575.519. The patient signed a statement of informed consent declaring that he was aware that the procedure to which he would receive was experimental and free of charge. The study was conducted at the Human Movement Analysis Laboratory of the Postgraduate Program in Rehabilitation Science of the University Nove de Julho, which had the necessary infrastructure, academic and professional personnel and institutional support to ensure the safe execution of the study.

The participant was a male patient aged 66 years (weight: 72 kg, height: 1.68 m) with chronic hemiparesis stemming from an ischemic stroke four years earlier. The patient was given an explanation of the procedures; the identification chart was filled out and anthropometric measures (body mass, height and body mass index) were determined. The patient performed the Timed Up-and-Go test and Six-Minute Walk test to determine eligibility for the study: The Timed Up-and-Go Test is widely used in the assessment of functional mobility and dynamic balance and measures the time (in seconds) necessary to stand up from a chair with arm rests, walk three meters, turn around, walk back to the chair and sit down again^{13, 14}. The Six-Minute Walk Test measures the distance walked in six minutes walking at a self-selected pace, which may vary and may include rest intervals. The patient performed the test twice on a 30-meter track. The first test was used to familiarize the patient with the procedure and the result of the second test was used in the analysis^{14, 15}.

Stabilometric analysis was performed for the evaluation of static balance before and after treatment. For this, a force

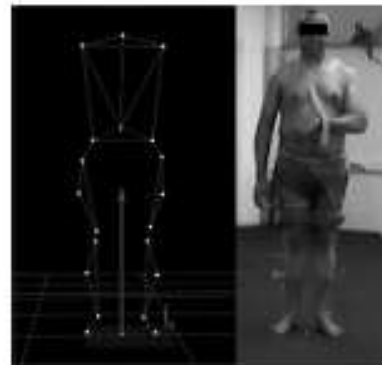


Fig. 1. Three-dimensional stabilometric analysis (Kistler force plate, model 9286B), with data interpreted using SWAY software program (BTS 161 Engineering) synchronized to SMART-D 140[®] system

plate (Kistler model 9286BA) measuring 40 × 60 cm was used to record of center of pressure (COP) sway, which was acquisition captured by four piezoelectric sensors positioned at the extremities of the force plate at a frequency of 50 Hz. The data were recorded and interpreted using the SWAY software program (BTS 161 Engineering) integrated and synchronized with the SMART-D 140[®] system. The patient was instructed to quiet stand barefoot in quiet standing on the force plate with an unrestricted foot base, the heels aligned and look at a fixed on a point marked at a distance of one meter at the height of the glabella. Measurements of 45 seconds were taken three times with the eyes open and the eyes closed. Images in Fig. 1 illustrate the three-dimensional evaluation.

tDCS was administered using a transcranial stimulation device (Trans Cranial Technologies, USA) with two sponge (non-metallic) surface electrodes measuring 5 × 5 cm moistened with saline solution. The anode was positioned over the primary motor cortex of the injured brain hemisphere, following the international 10-20 electroencephalogram system, and the cathode was positioned over the supraorbital region on the contralateral side¹⁶. Stimulus was delivered using a current of 2 mA was run for 20 minutes. The device has a knob that allows the operator to control the intensity of the current, which was gradually increased in the first minute until it reached 2 mA, so that the patient would not feel discomfort and gradually diminished in the last minute to avoid the abrupt interruption of the current.

A treadmill (Imbramed, model Mileam ATL, RS, Brazil) was used for gait training during the 20 minutes of tDCS. The training velocity was established based on the result of the Six-Minute Walk Test, during which the patient travelled 218 meters. Training began at 60% average walking speed of the test, which corresponded to 1.3 km/h. After five minutes, the velocity was increased to 80% average walking speed of the test, corresponding to 1.75 km/h, and was maintained until the final two minutes, when the velocity was reduced to

Table 1. Mean \pm standard deviation of stabilometric values of a stroke survivor standing with the eyes open and closed before and after transcranial direct current stimulation

	Eyes open		Eyes closed	
	Pre	Post	Pre	Post
Maximum COP sway (mm)	12.80 \pm 0.81	12.92 \pm 2.59	11.31 \pm 3.41	13.32 \pm 1.37
Minimum COP sway (mm)	0.18 \pm 0.09	0.23 \pm 0.24	0.22 \pm 0.14	0.21 \pm 0.13
Anteroposterior (mm)	16.34 \pm 1.08	15.33 \pm 3.03	12.67 \pm 2.56	13.30 \pm 3.79
Mediolateral COP sway (mm)	19.43 \pm 1.90	20.06 \pm 3.74	17.41 \pm 5.73	20.86 \pm 1.55
Trace length (mm)	411.10 \pm 28.33	397.76 \pm 25.63	409.06 \pm 26.66	434.61 \pm 36.13
Speed (mm/s)	8.98 \pm 0.70	8.69 \pm 0.56	8.89 \pm 0.56	9.49 \pm 0.83
Equivalent area (mm ²)	1,055.6 \pm 206.2	1,121.6 \pm 223.2	1,080.4 \pm 264.4	1,200.0 \pm 333.8

1.3 km/h to avoid an abrupt interruption of physical effort. At the end of the session, the distance travelled was recorded (826 meters). Heart rate and blood pressure were monitored to avoid an overload of the cardiovascular system.

RESULTS

As shown in Table 1, reductions were found in anteroposterior COP (6.18%) sway, trace length (3.3%) and sway velocity (3.3%) immediately following tDCS when the patient stood with the eyes open. Increases were found in the values of all other variables analyzed in both the eyes open and eyes closed conditions.

DISCUSSION

Transcranial direct current stimulation has been widely employed in the treatment of stroke survivors and patients with Parkinson's disease, depression and pain. In the present study, the patient had chronic hemiparesis stemming from a stroke with a four-year history, and was evaluated after a single session of anodal tDCS combined with treadmill training. According to Park et al.¹⁷, an approximately two-fold increase in body sway is found among stroke survivors in comparison to healthy individuals. This occurs due to asymmetry, as well as difficulties in distributing body weight evenly between the lower limbs, and the ability to move the center of gravity to the paretic side. In the present study, reductions in anteroposterior sway, trace length and sway velocity occurred following tDCS. According to Grocco et al.¹⁸, the effects of tDCS depend on the location and polarity of the electrodes, and the intensity of the current used to enhance the excitability of the primary motor cortex. In a pilot study, Taktis et al.¹⁹ found improvements in the dynamic balance of sub-acute stroke survivors following a single session of bi-cephalic tDCS with the anodal electrode placed on the scalp over the ipsilateral lower limb motor cortex and the cathode placed over the contralateral lower limb motor cortex. Duarte et al.²⁰ performed anodal tDCS on children with cerebral palsy (1 mA) in five weekly sessions and found that stimulation potentiated treadmill training, with improvements in both dynamic and static balance in comparison to a group submitted to placebo tDCS.

Studies addressing the effects of tDCS on individuals with chronic hemiparesis have mainly focused on upper

limb function²¹ but recent investigations have addressed the effects on the lower limbs. Satoshi Tanaka et al.²¹ report an improvement in the muscle strength of the affected lower limb of individuals with chronic hemiparesis stemming from a stroke immediately following a single session of anodal tDCS over the primary motor cortex on the side of the brain lesion. In another study involving individuals with chronic hemiparesis stemming from a stroke, three sessions of anodal tDCS over the damaged motor cortex using a specific strategy targeting the ankle of the affected limb led to improvements in dorsiflexion and plantar flexion, which are fundamental to postural control and balance⁹. In the present case study, a single session of anodal tDCS over the motor cortex on the side of the brain lesion combined with treadmill training led to improvements in the static balance of the patient who had hemiparesis stemming from a stroke. Further studies with larger samples are needed to determine the number of sessions and application time of anodal tDCS, which are necessary to achieve gains in static and dynamic balance among patients with chronic hemiparesis.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the following Brazilian governmental agencies: The National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Advancement of Higher Education Personnel (CAPES) and State of São Paulo Research Assistance Foundation (FAPESP-2013/22625-2).

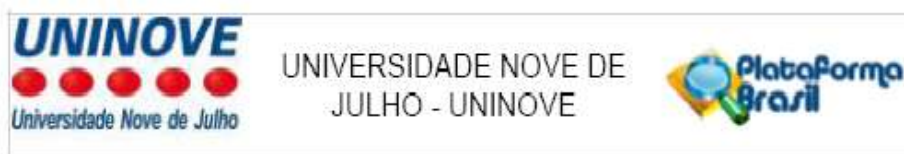
REFERENCES

- 1) Insels C, de Souza Dib MA, Harady DP. Análise de marcha em indivíduos com Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurocienc*, 2008, 16: 290-296.
- 2) Smith L, Weiss K, Lohakulld D. *Classificação Clínica de Brancos*. 2ª edição. Editora Manole, São Paulo, 1997.
- 3) Coimbra RS, Kozar Y, Robbins HL. *Patologia Tumorral e Funcional*. 2ª edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.
- 4) Thijsen DH, Padoa S, van Uden CJ, et al. Decreased energy cost and improved gait pattern using a new orthosis in persons with long-term stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88: 181-186. [Medline] [CrossRef]
- 5) Chao CY, Hong WH, Wang CM, et al. Kinematic features of rear-foot motion using anterior and posterior ankle-foot orthosis in stroke patients with hemiplegic gait. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91: 1862-1868. [Medline] [CrossRef]
- 6) Prado-Medeiros CI, Souza CO, Souza AS, et al. Effects of the addition

- of functional electrical stimulation to ground level gait training with body weight support after chronic stroke. *Adv Brain Funct*, 2011, 15: 436-444. [Medline] [CrossRef]
- 7) Sohn MK, Lee JJ, Kim YW. Effect of transcranial direct current stimulation on postural stability and lower extremity strength in hemiplegic stroke patients. *Ann Rehabil Med*, 2012, 33: 79-85. [Medline] [CrossRef]
 - 8) Ragg CJ, Boddie V, O'Shea J, et al. Cortical activation changes underlying stimulation-induced behavioural gains in chronic stroke. *Brain*, 2012, 135: 276-284. [Medline] [CrossRef]
 - 9) Miranda PC, Loureiro M, Hallett M. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. *Clin Neurophysiol*, 2006, 117: 1623-1629. [Medline] [CrossRef]
 - 10) Wagner T, Rugeji V, Pectras S, et al. Transcranial direct current stimulation: a computer-based human skull study. *Neuroimage*, 2007, 35: 1113-1124. [Medline] [CrossRef]
 - 11) Hesseval F, Calenk F, Giroux F, et al. Effects of non-invasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke. *Brain*, 2005, 128: 495-499. [Medline] [CrossRef]
 - 12) Williams EN, Carroll SG, Radzilough DO, et al. Investigation of the timed 'up & go' test in children. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47: 518-524. [Medline] [CrossRef]
 - 13) Podkialko D, Rimbachova S. The Hand "Up & Go" a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 1996, 38: 142-148. [Medline]
 - 14) ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166: 111-117. [Medline] [CrossRef]
 - 15) Maher CA, Williams MT, Cole TS. The six-minute walk test for children with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res*, 2008, 31: 185-188. [Medline] [CrossRef]
 - 16) Humeau RW, Hwang J, Purdy P. Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1993, 86: 378-382. [Medline] [CrossRef]
 - 17) Park SW, Lee EJ, Shin DC, et al. The effect of underwater gait training on balance ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 899-905. [Medline] [CrossRef]
 - 18) Gracco LA, Duarte NA, de Mendonça MS, et al. 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 Pediatr*, 2013, 13: 168. [Medline] [CrossRef]
 - 19) Taktić V, Kaskić D, Šestanović BM. The effect of single session bi-septal transcranial direct current stimulation on gait performance in sub-acute stroke: a pilot study. *Russian Neuro Neurosci*, 2014, 22: 527-532. [Medline]
 - 20) Duarte NA, Gracco LA, Galik M, et al. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 2014, 9: e105777. [Medline] [CrossRef]
 - 21) Tanaka S, Tanaka K, Otsuka Y, et al. Single session of transcranial direct current stimulation transiently increases knee extensor force in patients with hemiparetic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2011, 25: 565-569. [Medline] [CrossRef]

7. Anexos

7.1 Anexo 1 – Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA EM INDIVÍDUOS APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: ESTUDO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO E DUPLO CEGO

Pesquisador: Hugo Pasini Neto

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 27398314.3.0000.5511

Instituição Proponente: ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

Patrocinador Principal: ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 575.519

Data da Relatoria: 12/03/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto tem como título "ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA ASSOCIADA AO TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA EM INDIVÍDUOS APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: ESTUDO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO E DUPLO CEGO", e está escrito de maneira clara.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua, no córtex motor primário, associada ao treino de marcha na esteira ergométrica sobre os parâmetros espaço-temporais, cinéticos, cinemáticos e eletromiográficos da marcha de pacientes com hemiparesia decorrente ao acidente

Continuação do Parecer: 575.519

treino de marcha na esteira ergométrica sobre o equilíbrio estático de pacientes com hemiparesia decorrente ao acidente vascular encefálico. Verificar os efeitos do treino de marcha na esteira ergométrica sobre o sistema cardio-respiratório de pacientes com hemiparesia decorrente ao acidente vascular encefálico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Embora os procedimentos adotados no estudo sejam não-invasivos os voluntários serão submetidos a risco, como por exemplo, quedas durante as avaliações funcionais. Para que estes riscos sejam minimizados ao máximo serão adotadas as seguintes medidas protetoras: as avaliações serão realizadas por um fisioterapeuta com experiência e será acompanhada por ao menos um voluntário. Ambos permanecerão posicionados do lado do indivíduo por todo o tempo. O indivíduo e o fisioterapeuta responsável poderão interromper a qualquer momento o procedimento, por cansaço ou desconforto apresentado.

Benefícios : intervenções que busquem auxiliar no tratamento dessas sequelas e possam diminuir a limitação funcional geradas por elas são importantes. Além disso, o uso de corrente elétrica durante o processo de reabilitação é algo de fácil acesso ao profissional da reabilitação, podendo ser considerado um recurso de baixo custo e risco de aplicação.

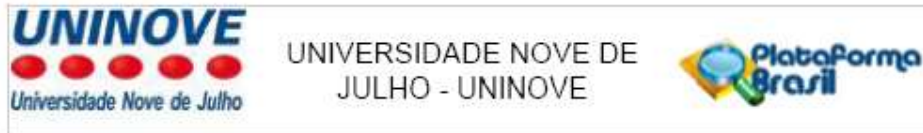
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto esta bem escrito e é pertinente ao estudo indicado, considerando que a população brasileira vem aumentando a sua perspectiva de vida e decorrente a isso diversas patologias relacionadas ao processo de envelhecimento tem sua incidência em elevação.

Entre elas, destaca-se o acidente vascular encefálico. Posterior a afecção, a maioria dos casos instala-se no indivíduo sequelas que geram limitações funcionais importantes. Nesse sentido, intervenções que busquem auxiliar no tratamento dessas sequelas e possam diminuir a limitação funcional geradas por elas são importantes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

No item 5 do TCLE o item relacionados a avaliação funcional que consta como (3) dever ser arrumado para



Continuação do Parecer: 575.519

(3) dever ser arrumado para (2).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 31 de Março de 2014

Assinador por:
Stella Regina Zamuner
(Coordenador)

7.2 ANEXO 2 (ReBec)

RBR-7n2d2f

Estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos após Acidente vascular encefálico: estudo clínico aleatorizado controlado e duplo cego.

Data de registro: 21 de Maio de 2014 às 14:16

Last Update: 4 de Março de 2015 às 15:11

Tipo do estudo:

Intervenções

Título científico:

Estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos após Acidente vascular encefálico: estudo clínico aleatorizado controlado e duplo cego. PT-BR

Transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training for Stroke: a randomized, controlled, double-blind, clinical trial. EN

Identificação do ensaio

Número do UTN: U1111-1157-1751

Título público:

Corrente elétrica craniana associada a treino de marcha em esteira em pessoas que sofreram derrame. PT-BR

Cranial electrical current associated with gait training on a treadmill in people who have had a stroke. EN

Acrônimo científico:

Acrônimo público:

Identificadores secundários:

27399114.3.0000.55111

Órgão emissor: Plataforma Brasil

575.519

Órgão emissor: Comitê de ética em pesquisa da Universidade Nove de Julho

Patrocinadores

Patrocinador primário: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq)

Patrocinadores secundários:

Instituição: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq)

Fontes de apoio financeiro ou material:

Instituição: uninov

Instituição: FAPESP

Instituição: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq)

Condições de saúde

Condições de saúde ou problemas:

Acidente vascular encefálico

PT-BR

Stroke

EN

Descritores gerais para as condições de saúde:

G00-G99: V1 - Doenças do sistema nervoso

PT-BR

G00-G99: V1 - Diseases of the nervous system

EN

Descritores específicos para as condições de saúde:

C10.228.140.300.775: Acidente Vascular Cerebral

PT-BR

C10.228.140.300.775: Acidente Cerebrovascular

ES

C10.228.140.300.775: Stroke

EN

Intervenções

Categorias das intervenções

Other

UTNER

Intervenções:

PT-BR

Grupo controle: 14 indivíduos hemiparéticos serão submetidos ao treino de marcha em esteira com estimulação transcraniana por corrente contínua placebo. Grupo experimental: 14 indivíduos serão submetidos ao treino de marcha na esteira com estimulação transcraniana por corrente contínua ativa no córtex motor. O treino de marcha em esteira realizado no grupo controle e grupo experimental, 5 sessões por semana, durante 2 semanas, com duração de 20 minutos por sessão. A velocidade da esteira será livre. A estimulação transcraniana será realizada no córtex motor primário durante as sessões de treino, com uma intensidade de 2 mA para grupo experimental e sem circulação de corrente para grupo controle.

EN

Control group: 14 hemiparetic subjects will be submitted to gait training on a treadmill with transcranial stimulation current continuous experimental placebo. Grupo: 14 individuals will be submitted to gait training on the treadmill with transcranial stimulation active direct current in the motor cortex. The gait training on a treadmill performed in the control group and experimental group, 5 sessions per week for 2 weeks, with duration of 20 minutes per session. A speed of the treadmill will be free. A transcranial stimulation will be held in the primary motor cortex during the sessions training, with an intensity of 2 mA for experimental group and no current flows to the control group.

Descritores para as intervenções:

PT-BR

E02.779: Modalidades de Fisioterapia

EN

E02.779: Modalidades de Fisioterapia

Recrutamento

Situação de recrutamento: Recruiting

Pais de recrutamento

Brazil

Data prevista do primeiro recrutamento: 2014-06-01

Data prevista do último recrutamento: 2015-02-01

Tamanho da amostra alvo:	Gênero para inclusão:	Idade mínima para inclusão:	Idade máxima para inclusão:
28	-	50 Y	70 Y

Critérios de inclusão:

PT-BR

Pacientes com diagnóstico de acidente vascular cerebral. Ambos os sexos. Idade entre 50 e 70 anos. Capazes de caminhar de forma independente.

EN

Patients with a diagnosis of stroke. Both sexes. Age between 50 and 70 years. Able to walk independently.

Critérios de exclusão:

PT-BR

Pacientes com diagnóstico de acidente vascular cerebral que apresentam dores articulares nos membros inferiores que comprometam a função. Que apresentam contraturas nas articulações de membros inferiores. Com alterações cardiovasculares e cognitivas que impossibilitem a realização dos testes. Com implantes metálicos na cabeça.

EN

Patients with stroke who have joint pain in the lower limbs that compromise the function. What have contractions in the joints of the lower limbs. With cardiovascular and cognitive changes that make it impossible to perform the tests. With metal implants in the head.

Desfechos secundários:

PT-BR

Não são esperados desfechos secundários.

EN

Secondary outcomes are expected not.

ContatosContatos para questões públicas

Nome completo: Claudia Santos Oliveira

Endereço: Av Dr Adolfo Pinto 109

Cidade: São Paulo / Brazil

CEP: 06005000

Fone: 11 3665 9750

E-mail: csantos@uninove.br

Filiação: uninove

Contatos para questões científicas**Nome completo:** Cláudia Santos Oliveira**Endereço:** Av. Dr. Adolfo Pinto 109**Cidade:** São Paulo / Brazil**CEP:** 06005000**Fone:** 11 3665 9750**E-mail:** csantos@uninove.br**Filiação:** uninove**Nome completo:** Cláudia Santos Oliveira**Endereço:** Rua Ilapicuru, 330. Apto:111. Perdizes.**Cidade:** São Paulo / Brazil**CEP:** 05006-000**Fone:** +551136559344**E-mail:** csantos@uninove.br**Filiação:** uninove**Nome completo:** Hugo Pastini Neto**Endereço:** Rua Maria Aparecida Pessolli Milego 290**Cidade:** Sorocaba / Brazil**CEP:** 18046140**Fone:** +55119811/9143**E-mail:** hugopneto@yahoo.com.br**Filiação:** uninoveContatos para informação sobre os centros de pesquisa**Nome completo:** Cláudia Santos Oliveira**Endereço:** Av. Dr. Adolfo Pinto 109**Cidade:** São Paulo / Brazil**CEP:** 06005000**Fone:** 11 3665 9750**E-mail:** csantos@uninove.br

7.3 ANEXO 3: 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 pelo aluno Arislander Jonathan Lopes Dumont (Mestrando da Universidade Nove de Julho), Prof. Hugo Pasin Neto e Prof.^a Claudia Santos Oliveira, com o objetivo de firmar acordo escrito onde 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: Estimulação transcraniana por corrente contínua associada ao treino de marcha em esteira em indivíduos após acidente vascular cerebral: Estudo clínico aleatorizado controlado e duplo cego.
3. Objetivo: Verificar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex motor primário associado ao treino de marcha sobre a funcionalidade de indivíduos pós-acidente vascular cerebral (AVC).
4. Justificativas: Acredita-se que a estimulação transcraniana associada ao treino de marcha em esteira possam diminuir as limitações funcional ocasionadas pelo acidente vascular encefálico.
5. Procedimentos: Inicialmente os indivíduos serão divididos em dois grupos sendo que as pertencentes ao grupo 1 treino de marcha na esteira com estimulação transcraniana placebo, o grupo 2 treino de marcha na esteira com estimulação transcraniana ativa. O processo de avaliação será dividido em três momentos: pré-intervenção, imediatamente pós-intervenção e um mês após o término dos protocolos de intervenção. Inicialmente, a ficha de identificação será preenchida e os dados antropométricos mensurados (massa corporal, estatura e índice de massa corporal) e em seguida os procedimentos específicos de avaliação. As avaliações serão compostas pelos seguintes itens: (1) Avaliação da marcha: o indivíduo será orientada a andar descalço sobre uma passarela de dez metros e neste momento estará sendo filmada, e eletrodos serão colocados nos músculos mais ativados durante a marcha; (3): Para avaliação da excitabilidade cortical será realizado uma análise de limiar para que a estimulação transcraniana não gere nenhum danos; (4) Avaliação funcional: Teste Time upand go o indivíduo será orientado a levantar de uma cadeira padronizada com apoio e braços, caminha três metros, vira, volta rumo a cadeira e senta novamente e o teste da caminhada de 6 minutos (o indivíduo será orientada a caminhar por 6 minutos e a distância será registrada).
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 as avaliações funcionais. Para que estes riscos sejam minimizados ao máximo serão adotadas as seguintes medidas protetoras: as avaliações serão realizadas por um fisioterapeuta com experiência e será acompanhada por ao menos um voluntário. Ambos permanecerão posicionados do lado do indivíduo por todo o tempo. O indivíduo e o fisioterapeuta responsável poderão interromper a qualquer momento o procedimento, por cansaço ou desconforto apresentado.
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. Métodos Alternativos Existentes: Não existem métodos alternativos aplicados a essa pesquisa.
9. Retirada do Consentimento: o voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.
10. 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.
11. Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
12. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: O estudo não inclui qualquer despesa ou ônus ao participante.
13. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida no laboratório integrado de análise do movimento, Universidade Nove de Julho UNINOVE, localizado na Av. Dr. Adolfo Pinto 109 Campus Memorial (MM) Barra Funda, São Paulo, SP
14. Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da UNINOVE: rua Vergueiro, no 235, Vergueiro, São Paulo-SP. 11-3665-9310 / 11-3665-9309.
15. Nome Completo e telefones dos pesquisadores para contato: Orientadora: Claudia Santos Oliveira (11-3665 9344), Coorientador Hugo Pasini Neto, (15-981179143) e o aluno de pós-graduação Arislander Jonathan Lopes Dumont (e-mail arislanderlg@gmail.com fone: 11-99859 1323- 11987675054)
16. 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 2013.

Nome (por extenso): _____

Assinatura: _____

7.4 ANEXO 4: Ficha de identificação.**Ficha de Identificação**

Data: ___| ___ | ___

Nome: _____

Data de nascimento: ___ | ___ | ___ Idade: ____ Sexo: () F () M

Diagnóstico: _____

Peso: _____ kg Estatura: _____ cm IMC: _____

Cirurgias prévias: _____

Órtese: _____

Aditamento: _____

Queixas locomotoras: _____

Responsável: _____

Grau de parentesco: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ Estado _____

7.5 ANEXO 5: BERG

Escala de Equilíbrio de Berg

Escala de Equilíbrio de Berg

Data: ____ | ____ | ____

Nome: _____

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

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

2. Permanecer em pé sem apoio

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar.

- (4) capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
- (3) capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão
- (2) capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (1) necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio
- (0) incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio

Se o paciente for capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, dê o número total de pontos para o item número 3. Continue com o item número 4.

3. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

- (4) senta-se com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) controla a descida utilizando as mãos
- (2) utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida
- (1) senta-se independentemente, mas tem descida sem controle
- (0) necessita de ajuda para sentar-se

4. Permanecer sentado sem apoio nas costas ,mas com os pés apoiados no chão ou num banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas com os braços cruzados por 2 minutos.

- (4) capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 1 minutos
- (3) capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão
- (2) capaz de permanecer sentado por 30 segundos
- (1) capaz de permanecer sentado por 10 segundos
- (0) incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos

5. Transferências

Instruções: Arrume as cadeiras perpendicularmente ou uma de frente para a outra para uma transferência em pivô. Peça ao paciente para transferir-se de uma cadeira com apoio de braço para uma cadeira sem apoio de braço, e vice-versa. Você poderá utilizar duas cadeiras (uma com e outra tem apoio de braço) ou uma cama e uma cadeira.

- (4) capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos
- (3) capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos
- (2) capaz de transferir-se seguindo orientações verbais c/ou supervisão
- (1) necessita de uma pessoa para ajudar
- (0) necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança

6. Permanecer em pé sem apoio com os olhos fechados

Instruções: Por favor fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- (4) capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança
- (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 durante 3 segundos, mas mantém-se em pé
- (0) necessita de ajuda para não cair

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- (4) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança
- (3) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão
- (2) capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos
- (1) necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos durante 15 segundos
- (0) necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos

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

Instruções: Levante o braço a 90º. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível. (O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90º. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, peça ao paciente para usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- (4) pode avançar à frente mais que 25 cm com segurança
- (3) pode avançar à frente mais que 12,5 cm com segurança
- (2) pode avançar à frente mais que 5 cm com segurança
- (1) pode avançar à frente, mas necessita de supervisão
- (0) perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo

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

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- (4) capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança
- (3) capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão
- (2) incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente
- (1) incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando
- (0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé

Instruções: Vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima, do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito. O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento.

- (4) olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso
- (3) olha para trás somente de um lado o lado contrário demonstra menor distribuição do peso
- (2) vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio
- (1) necessita de supervisão para virar
- (0) necessita, de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair

11. Girar 360 graus

Instruções: Gire-se completamente ao redor de si mesmo. Pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido contrário.

- (4) capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou mãos
- (3) capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos
- (2) capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente
- (1) necessita de supervisão próxima ou orientações verbais
- (0) necessita de ajuda enquanto gira

12. Posicionar os pés alternadamente ao degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio

Instruções: Toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

- (4) capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos
- (3) capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais que 20 segundos
- (2) capaz de completar 4 movimentos sem ajuda
- (1) capaz de completar mais que 2 movimentos com o mínimo de ajuda
- (0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente

Instruções: (demonstre para o paciente) Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

(4) capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos

(3) capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado. Independentemente e permanecer por 30 segundos

(2) capaz de dar um pequeno passo, independentemente. e permanecer por 30 segundos

(1) necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos

(0) perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé

14. Permanecer em pé sobre uma perna

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

(4) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais que 10 segundos

(3) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos

(2) capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 3 ou 4 segundos

(1) tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente

(0) incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair

() Escore Total (Máximo = 56)

TOTAL DE PONTOS: _____

7.6 ANEXO6: TUG

Timed Up and Go (TUG) Test

Name: _____ MR: _____ Date: _____

1. Equipment: arm chair, tape measure, tape, stop watch.
2. Begin the test with the subject sitting correctly (hips all of the way to the back of the seat) in a chair with arm rests. The chair should be stable and positioned such that it will not move when the subject moves from sit to stand. The subject is allowed to use the arm rests during the sit – stand and stand – sit movements.
3. Place a piece of tape or other marker on the floor 3 meters away from the chair so that it is easily seen by the subject.
4. Instructions: “On the word GO you will stand up, walk to the line on the floor, turn around and walk back to the chair and sit down. Walk at your regular pace.
5. Start timing on the word “GO” and stop timing when the subject is seated again correctly in the chair with their back resting on the back of the chair.
6. The subject wears their regular footwear, may use any gait aid that they normally use during ambulation, but may not be assisted by another person. There is no time limit. They may stop and rest (but not sit down) if they need to.
7. Normal healthy elderly usually complete the task in ten seconds or less. Very frail or weak elderly with poor mobility may take 2 minutes or more.
8. The subject should be given a practice trial that is not timed before testing.
9. Results correlate with gait speed, balance, functional level, the ability to go out, and can follow change over time.

Normative Reference Values by Age 1

Age Group		Time in Seconds (95% Confidence Interval)
60 – 69 years	8.1	(7.1 – 9.0)
70 – 79 years	9.2	(8.2 – 10.2)
80 – 99 years	11.3	(10.0 – 12.7)

Cut-off Values Predictive of Falls by Group

Group	Time in Seconds
Community Dwelling Frail Older Adults 2	> 14 associated with high fall risk
Post-op hip fracture patients at time of discharge ³	> 24 predictive of falls within 6 months after hip fracture
Frailolderadults	> 30 predictive of requiring assistive device for ambulation and being dependent in ADLs

Date Time Date Time Date Time Date Time

7.7 ANEXO 7: TC6

Teste de caminhada de 6 minutos

Distância: _____ metros

Períodos de repouso: _____

Dados iniciais:

Frequência cardíaca: _____ bpm

Frequência respiratória: _____ ipm

Saturação de O₂: _____ %

Pressão arterial: _____ X _____ mmHg

Dados finais:

Frequência cardíaca: _____ bpm

Frequência respiratória: _____ ipm

Saturação de O₂: _____ %

Pressão arterial: _____ X _____ mmHg

Observações: _____

