



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA
Pró-Reitorias de Ensino e de Pesquisa e Extensão
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências da Reabilitação
Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

DALILA TERRINHA RIBEIRO DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO DESLOCAMENTO POSTURAL DE PACIENTES
HEMIPARÉTICOS DURANTE MUDANÇAS NA DISTRIBUIÇÃO DE PESO
CORPORAL

RIO DE JANEIRO

2017

DALILA TERRINHA RIBEIRO DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO DESLOCAMENTO POSTURAL DE PACIENTES
HEMIPARÉTICOS DURANTE MUDANÇAS NA DISTRIBUIÇÃO DE PESO
CORPORAL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Lemos de Carvalho

RIO DE JANEIRO

2017

DALILA TERRINHA RIBEIRO DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO DESLOCAMENTO POSTURAL DE PACIENTES
HEMIPARÉTICOS DURANTE MUDANÇAS NA DISTRIBUIÇÃO DE PESO
CORPORAL

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação
Stricto-Sensu em Ciências da
Reabilitação do Centro Universitário
Augusto Motta, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre

Aprovada em ____ / ____ / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. THIAGO LEMOS DE CARVALHO – UNISUAM

Prof. Dra. ERIKA DE CARVALHO RODRIGUES – UNISUAM

Prof. Dr. ANDRÉ LUÍS DOS SANTOS SILVA – IBFVE

Rio de Janeiro

2017

RESUMO

Introdução: O acidente vascular cerebral (AVC) é geralmente acompanhado de déficits no controle da estabilidade postural. Dentre os sinais de alteração do controle postural em indivíduos pós-AVC, a assimetria na distribuição do peso entre os membros inferiores é uma das mais evidentes. O feedback visual do centro de pressão dos pés (CP) é amplamente utilizado como ferramenta terapêutica para correção dessa assimetria. Contudo, o padrão de deslocamento postural dos indivíduos pós-AVC durante tarefas de feedback visual não é totalmente elucidado. O entendimento desse padrão pode nos dar pistas sobre como o controle postural é afetado durante essas tarefas, fornecendo informação úteis para o desenvolvimento de intervenções mais eficientes. **Objetivo:** O objetivo do estudo foi investigar padrão de deslocamento postural de indivíduos pós-AVC durante tarefas de feedback visual para correção da assimetria de distribuição de peso. **Métodos:** Trinta indivíduos acometidos de AVC foram posicionados sobre a plataforma de força e instruídos a realizar duas tarefas: (i) manter-se na posição ortostática (postura quieta); (ii) distribuir o peso corporal simetricamente entre os membros inferiores, fazendo uso do feedback visual do próprio CP (tarefa feedback). Um único teste de 60s foi realizado para cada tarefa, havendo um intervalo de 1-2 min entre os testes. As coordenadas do CP foram obtidas através de uma plataforma de força com uma taxa de amostragem de 50Hz. A partir dos deslocamentos laterais do CP, foram calculadas as seguintes variáveis: distribuição de peso percentual (DPC; em percentual da massa corporal total distribuída sobre o membro parético); o desvio padrão (DP_{LAT}); a velocidade média (VM_{LAT}) e a frequência média (FM_{LAT}). O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparação entre tarefas (postura quieta vs. feedback), assumindo um $\alpha=0,017$. **Resultados:** Os indivíduos foram capazes de manter uma DPC simétrica durante a tarefa feedback (DPC ~5%) quando comparados com a postura quieta (DPC ~10%). Houve diferenças significativas para o DP_{LAT} ($P<0,001$) e VM_{LAT} ($P<0,001$), mas não para FM_{LAT} ($P=0,658$), indicando que o deslocamento do CP durante a tarefa feedback foi maior e mais rápido que na condição postura quieta. **Conclusão:** Indivíduos pós-AVC apresentam um padrão de deslocamento postural mais instável durante a manutenção de uma distribuição simétrica do peso corporal guiado por feedback visual. Esse comportamento indica que o feedback visual não é capaz de compensar as alterações do controle postural nesses indivíduos. Desse modo, cabe o questionamento acerca do uso de feedback visual para correção da assimetria da distribuição de peso corporal e para reabilitação do controle postural nesse quadro clínico.

Palavras-chave: feedback visual; controle postural; distribuição de peso corporal; reabilitação.

ABSTRACT

Introduction: Stroke events is usually accompanied by deficits in the control of postural stability. Among the signs of altered postural control in post-stroke individuals, the asymmetric body weight-distribution (BWD) between the lower limbs is one of the most evident. The visual feedback of the feet center of pressure (CP) is widely used as a therapeutic tool for BWD correction. The pattern of postural sway of post-stroke individuals during visual feedback tasks, however, is not fully elucidated. Understanding this pattern can give us important information about how postural control is affected during these tasks, supporting the development of more efficient interventions. **Objective:** The purpose of this study was to investigate the postural sway pattern of post-stroke individuals during visual feedback tasks to correct BWD asymmetry. **Methods:** Thirty individuals affected by stroke were placed on the force platform and instructed to perform two tasks: (i) to remain in the orthostatic position (quiet posture); (ii) to distribute their body weight symmetrically between the lower limbs, making use of the visual feedback of their own CP (feedback task). A single 60s test was performed for each task, with an interval of 1-2 min in-between. The CP coordinates were obtained at 50Hz through a force platform. From the lateral displacements of CP, the following variables were calculated: the percentage of total body mass distributed over the paretic limb (BWD); the standard deviation (SD_{LAT}); the mean velocity (MV_{LAT}) and the mean frequency (MF_{LAT}). The Wilcoxon test was used to compare tasks (quiet posture vs. feedback), assuming $\alpha=0.017$. **Results:** Post-stroke individuals could maintain a symmetrical BWD during the feedback task (BWD ~5%) when compared to the quiet posture (BWD ~10%). There were significant differences for SD_{LAT} ($P<0.001$) and MV_{LAT} ($P<0.001$), but not for MF_{LAT} ($P=0.658$), indicating that postural sway displacement during the feedback task was greater and faster than in the quiet posture condition. **Conclusion:** Post-stroke individuals have a more unstable postural displacement pattern during the maintenance of a symmetrical BWD guided by visual feedback. This behavior indicates that visual feedback is not sufficient to compensate for changes in postural control in these individuals, with rise questions about the use of visual feedback in balance rehabilitation program.

Key-words: visual feedback; postural control; body-weight distribution; rehabilitation.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Relação entre o centro de massa/centro de gravidade (g), centro de pressão dos pés (p) e a base de suporte de um indivíduo na posição ortostática. Diferentes instantes no tempo são indicados nos quadros apresentados da esquerda para a direita. W , massa corporal. R , força de reação do solo. α , aceleração angular. ω , velocidade angular. Adaptado de WINTER (1995).....4
- FIGURA 2.** Exemplo de representação gráfica do sinal posturográfico. Tanto o estabilograma do CP nas direções AP e ML (A) quanto o estatocinesiograma correspondente (B) são apresentados. Dados coletados a uma taxa de amostragem de 50Hz por 60s.....6
- FIGURA 3.** Esquema ilustrativo do procedimento experimental. (A) Posição dos participantes em frente a uma tela de computador utilizada para fornecer o feedback visual do CP. Os limites da região central da BS foram demarcados na tela. (B) Definição da região central da BS. A partir da linha de referência (linha horizontal tracejada) o centro da BS (círculo preto) e os limites laterais da região central da BS (“x”, correspondendo a 5% do comprimento da linha de referência) foram demarcados..... 14
- FIGURA 4.** Deslocamento do CP de um indivíduo representativo (participante nº 26, homem com 58 anos de idade) durante a postura quieta (painel esquerdo) e a tarefa feedback (painel direito). O CP é representado pela linha

preta, enquanto os limites laterais da região central da base de suporte (BS) é apresentada como linhas verticais cinzas.....17

FIGURA 5. Boxplot das variáveis de deslocamento lateral do CP durante a postura quieta (boxes brancos) e tarefa feedback (boxes cinzas). Dados apresentados como mediana (quartil inferior-quartil superior). (A) DP_{LAT} , desvio padrão; (B) VM_{LAT} , velocidade média; (C) FM_{LAT} , frequência média. Linhas tracejadas e sólidas indicam diferenças significativas e não-significativas, respectivamente. O *P*-valor correspondente é apresentado como *inset*.....18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características antropométricas, demográficas e clínicas dos participantes (N=30). Dados apresentados como média \pm DP (mín.-máx.) e número de ocorrências.....	12
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIT	acidente isquêmico transitório
AP	anterior-posterior
AVC	acidente vascular cerebral
AVCh	acidente vascular hemorrágico
AVCi	acidente vascular cerebral isquêmico
BS	base de suporte
BWD	body weight-distribution
COM	centro de massa
CP	centro de pressão
CP _{LAT}	posição lateral média do CP
CP _x	média relativa da posição do CP lateral
DPC	distribuição do peso corporal
DP _{LAT}	desvio padrão lateral
FM _{LAT}	frequência media lateral
MF _{LAT}	lateral mean frequency
ML	médio-lateral
MV _{LAT}	lateral mean velocity
SD _{LAT}	lateral standard deviation
VM _{LAT}	velocidade media lateral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O Acidente Vascular Cerebral.....	1
1.2. Controle Postural	3
1.3. Assimetria na DPC e Feedback Postural	7
1.4. Justificativa e objetivos	11
2. MÉTODOS	12
2.1. Participantes	12
2.2. Procedimento experimental	13
2.3. Aquisição de dados e processamento	15
2.4. Análise estatística	16
3. RESULTADOS	17
3.1. Distribuição do peso corporal.....	17
3.2. Deslocamento postural	18
4. DISCUSSÃO	19
4.1. Redução da assimetria com uso de feedback visual	19
4.2. Alterações no deslocamento postural durante a tarefa feedback.....	21
5. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICE A – FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	30
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ...	32

1. INTRODUÇÃO

1.1. O Acidente Vascular Cerebral

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma importante condição clínica, sendo associada a prejuízos nas capacidades sensoriais, cognitivas e motoras naqueles que sobrevivem ao evento (LAWRENCE et al., 2001). De acordo com dados do DATASUS de 2010, o AVC é responsável por mais de 100.000 óbitos em todo o Brasil. O país ainda apresenta altas taxas de mortalidade associadas ao AVC, na ordem de aproximadamente 300 mortes para cada 100.000 habitantes por ano. Isso torna o Brasil o sexto país no mundo em números de indivíduos que sofrem um AVC e, dentre os países da América Latina, o que apresenta a maior taxa de mortalidade (ASKIM et al., 2012).

O AVC é definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como sinal clínico de rápido desenvolvimento devido a uma perturbação focal da função cerebral, de suposta origem vascular, com mais de 24 horas de duração. Aproximadamente 90% dos indivíduos que sobrevivem ao AVC apresentam algum tipo de sequela, entre as quais a hemiparesia, que acarreta inúmeras limitações funcionais e alterações secundárias. O AVC pode ser decorrente de eventos isquêmicos ou hemorrágicos, responsável por cerca de 80% e 20% das ocorrências, respectivamente (ADONI & BOCK, 2008). O AVC isquêmico, mais frequente, está associado a oclusão de um vaso sanguíneo ou a redução da pressão de perfusão encefálica, esta última provocada por redução do débito cardíaco ou por hipotensão arterial grave (LUNDY-EKMAN, 2000). Episódios curtos de isquemia, considerado como menos de 24h, são considerados reversíveis e recebem o nome de acidente isquêmico transitório (LUNDY-EKMAN, 2000). O AVC isquêmico, dessa forma, corresponde ao

quadro de oclusão ou redução de perfusão que persiste por mais de 24h, podendo acarretar lesões irreversíveis no encéfalo, ocasionando morte de neurônios (LUNDY-EKMAN, 2000). Por sua vez, o AVC hemorrágico caracteriza-se por um extravasamento de sangue no tecido cerebral (hemorragia intracerebral) ou entre os espaços da meninge (hemorragia subaracnóide), decorrente de: rupturas de uma artéria cerebral, devido a aumentos pressóricos prévios; rupturas de aneurismas; má-formação arteriovenosa; trauma encefálico ou qualquer outro distúrbio vascular (AFIFI & BERGMAN, 2007).

Entre os prejuízos motores e sensoriais observados pós-AVC, temos: alterações de tônus muscular; perda do controle da estabilidade postural; alterações da sensibilidade tátil, térmica, nociceptiva e proprioceptiva (CANCELA, 2008). Os distúrbios no controle dos movimentos axiais observados em indivíduos com sequelas pós-AVC são associados a posturais e apraxia, decorrentes de lesões no hemisfério cerebral direito ou esquerdo, respectivamente (SPINAZZOLA, 2003). A perda do controle motor em indivíduos hemiparéticos pós-AVC é atribuído, entre outros a distúrbios dos mecanismos posturais reflexos, a um sequenciamento anormal da atividade muscular, a espasticidade do hemicorpo acometido, perda de força muscular, destreza e coordenação (CHAGAS & TAVARES, 2001). Em particular, no presente estudo focamos nas alterações do controle da estabilidade postural.

1.2. Controle Postural

O controle postural compreende tanto a capacidade de orientação espacial dos segmentos corporais em relação um ao outro e ao espaço (orientação postural), quanto a habilidade em manter a postura adequada frente a perturbações de origem interna e externa (estabilidade postural; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010). A soma de forças e dos momentos de força atuantes sobre o corpo nunca é igual a zero, mesmo durante a denominada postura quieta (DUARTE & FREITAS, 2010); dessa forma, o uso do termo equilíbrio é inadequado, sendo preferível usarmos estabilidade postural. Disso também decorre o fato de que uma determinada condição dificilmente pode ser considerada estática — mesmo que o indivíduo assuma, como dito anteriormente, uma postura quieta. Assim, a habilidade de manter uma determinada postura é atribuída ao funcionamento de um sistema de controle da estabilidade postural, que age sobre condições dinâmicas (como durante uma caminhada ou corrida) e quasi-estáticas (quando ficamos parados de pé). O sistema de controle postural consiste em todas as estruturas do sistema nervoso e neuromuscular envolvidas prioritariamente, mas não exclusivamente, na integração sensório-motora e na execução dos ajustes neuromusculares necessários para a manutenção da postura adotada. Esse sistema depende, entre outros fatores, de informações provenientes dos sistemas sensoriais visual, vestibular e somatossensorial (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2010), e do controle do recrutamento das unidades motoras dos grupos musculares envolvidos na tarefa (VIEIRA et al., 2010; VIEIRA et al., 2012).

A postura ortostática (ou posição ortostática, postura ereta, ficar em pé, etc.) é aquela comumente utilizada pelos indivíduos para interação com o ambiente (HORAK & MACPHERSON, 1996). Nessa posição, as demandas básicas do sistema de controle postural é a manutenção do centro de massa do indivíduo (CM, ou ponto referente a média ponderada da massa de todos os segmentos do corpo, sobre o qual atuam as forças externas e internas; WINTER, 1995) dentro de sua base de suporte (BS, superfície de contato entre o indivíduo e o ambiente; FIGURA 1). O CM também é chamado de centro de gravidade (CG), apesar de não serem necessariamente a mesma coisa: o CG, na verdade, se refere a projeção vertical do CM. Na FIGURA 1, vemos representada as mudanças de posição do CG.

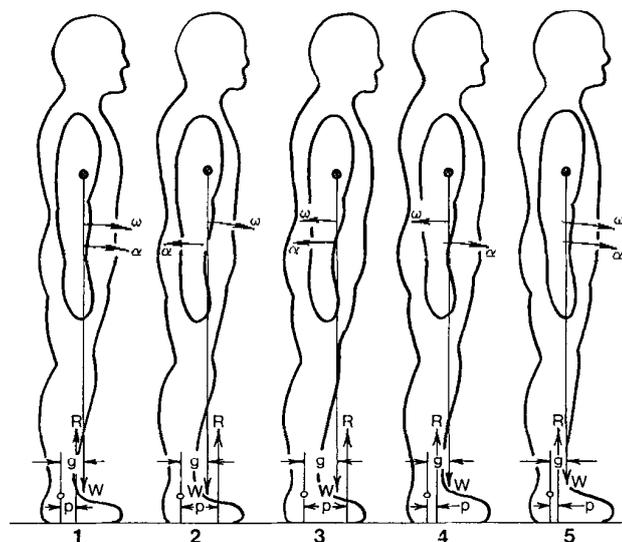


FIGURA 1. Relação entre o centro de gravidade (g), centro de pressão dos pés (p) e a base de suporte de um indivíduo na posição ortostática. Diferentes instantes no tempo são indicados nos quadros apresentados da esquerda para a direita. W, massa corporal. R, força de reação do solo. α , aceleração angular. ω , velocidade angular. Adaptado de WINTER (1995).

Para contrapor as mudanças na posição do CM, mantendo sua projeção vertical, o CG, dentro dos limites da BS, são realizados ajustes neuromusculares intermitentes (LORAM et al., 2011; VIEIRA et al., 2012), com vistas a regular a distribuição das forças de reação do solo (representada pela letra R na FIGURA 1) na superfície de contato entre os pés (no caso da posição ortostática) e o solo. A posição global da força de reação do solo na superfície de contato é dada pela posição do centro de pressão dos pés (CP). Revendo a FIGURA 1, podemos identificar as forças e momentos de força envolvidas na manutenção da posição ortostática: a partir do eixo de rotação do corpo (aqui assumido como a articulação do tornozelo) vemos que o CP é dado pela distância desse eixo e o ponto de aplicação das forças de reação do solo; por sua vez, o CG é determinado pela distância entre o eixo e o ponto de projeção do centro de massa (WINTER, 1995). Cabe destacar, finalmente, que a manutenção da postura ortostática depende dos ajustes entre a posição do CP e a posição do CG.

Todas essas variáveis podem ser facilmente avaliadas através da técnica da posturografia. Essa técnica emprega uma plataforma de força que, quando posicionamos o indivíduo de pé sobre a sua superfície, é capaz de mensurar as forças e momentos de força horizontais e verticais (x, y e z, respectivamente) e com isso estimar a posição do CP (VISSER et al., 2008; DUARTE & FREITAS, 2010). A posturografia pode ser dinâmica, onde se usa perturbações na superfície de contato ou diretamente no próprio indivíduo avaliado, ou “estática”, onde se avalia os deslocamentos espontâneos do CP nas direções AP ou ML durante a chamada postura quieta (ALLUM & SHEPARD, 1999;

VISSER et al., 2008). No presente estudo, focamos na avaliação posturográfica “estática”.

O sinal posturográfico, isto é, as coordenadas do CP registrados ao longo do tempo, correspondente à série temporal da posição do CP, pode ser representada graficamente de duas formas: através do estabilograma, na qual a posição do CP é apresentada ao longo do tempo; ou pelo estatocinesiograma, onde se apresenta a posição do CP nos eixos anterior-posterior (eixo y ou AP) e lateral ou medial-lateral (eixo x ou ML; FIGURA 2).

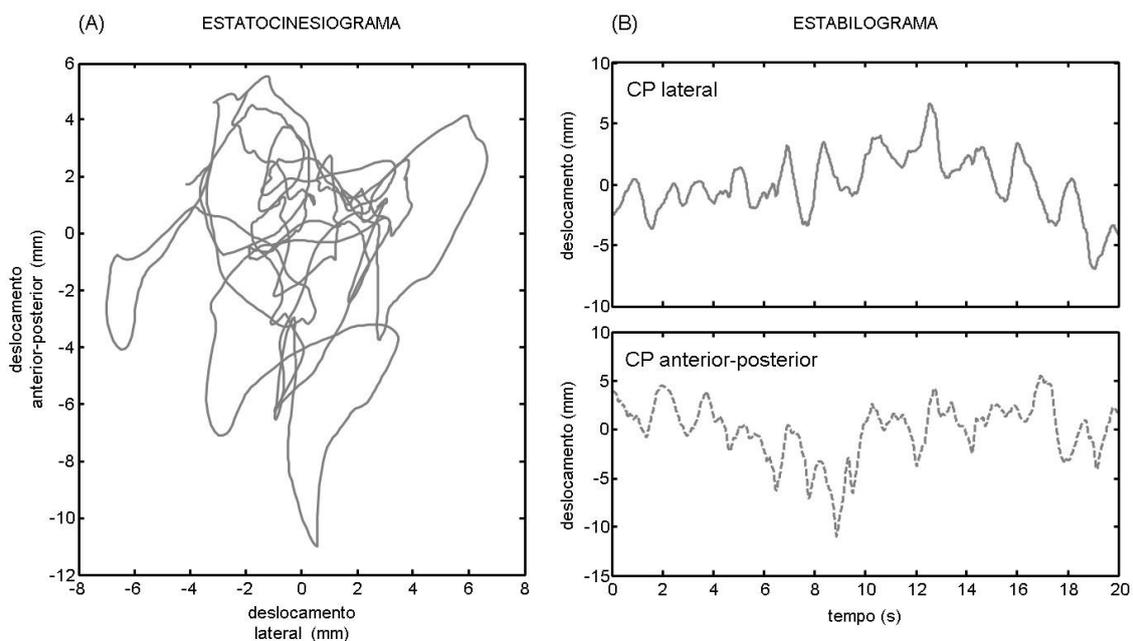


FIGURA 2. Exemplo de representação gráfica do sinal posturográfico. Tanto o estatocinesiograma correspondente (A) quanto o estabilograma do CP nas direções AP e ML (B) são apresentados. Dados coletados a uma taxa de amostragem de 50Hz por 60s. Para fins ilustrativos, apenas os 20s iniciais são apresentados.

Como exposto, o CP é diretamente obtido a partir da aquisição através de plataforma de força. O CG, por outro lado, deve ser estimado a partir do CP. Diferentes técnicas de processamento de sinal são utilizadas para fazer essa decomposição (CARON et al., 1999; ZATSIORKY & DUARTE, 1999; LORAM &

LAKIE, 2002; LAFOND et al., 2004) e, apesar das diferenças entre o grau de consistência e reprodutibilidade dessas técnicas (LAFOND et al., 2004), ainda não há um consenso de qual é a mais adequada. A partir das coordenadas do CP ou do CG, inúmeras variáveis podem ser estimadas, desde medidas simples baseadas na distribuição das coordenadas no espaço (ex., área circular, área elíptica) estatísticas descritivas (desvio padrão, velocidade média) e variáveis espectrais (frequência média ou mediana; Prieto et al., 1996). Recentemente, com o avanço nas técnicas computacionais e de processamento de sinais, ferramentas não-lineares têm sido cada vez mais utilizadas para descrição dos sinais posturográficos (COLLINS & DE LUCA, 1993; DUARTE & ZATSIORKY, 2000; BARATTO et al., 2002; HARBOURNE & STERGIOU, 2009; VAN EMMERIK et al., 2004). Na prática, a escolha das variáveis descritivas do sinal posturográfico é determinado pelo tipo de padrão de deslocamento postural que se deseja avaliar e pelo arcabouço teórico utilizado para explicar o comportamento postural.

1.3. Assimetria na DPC e Feedback Postural

A presença de comprometimentos da estabilidade postural em condições dinâmicas e estáticas, como manter-se na posição ortostática ou passar da posição sentada para a posição de pé, é uma característica comum observada em indivíduos hemiparéticos pós-AVC (GEURTS et al., 2005). Entre os fatores determinantes do déficit postural, incluindo aí perda de força dos membros inferiores e alterações sensoriais, a assimetria na distribuição do peso corporal (DPC) entre os membros inferiores durante a posição ortostática (“ficar em pé”) parece ser associada a perda da estabilidade postural nessa população

(KEENAN et al., 1984; MANSFIELD et al., 2012; KAMPHUIS et al., 2013). A assimetria na DPC usualmente corresponde a uma sobrecarga no membro não-parético de aproximadamente 8-13% da massa corporal total (MARIGOLD & ENG, 2006; GENTHON et al., 2008; ROERDINK et al., 2009).

Para alcançar a distribuição de peso corporal simétrica, o paciente de AVC deve ativamente modificar a posição global do seu CM e aumentar a participação no membro inferior parético na execução dos ajustes posturais necessários para manutenção da estabilidade (ROERDINK et al., 2009). Contudo, essas mudanças na posição global do CM em relação à base de suporte dependem de modificações no chamado “ponto de referência postural” (GURFINKEL et al., 1995), ou ponto de migração postural (DUARTE & ZATSIORSKY, 1999; ZATSIORSKY & DUARTE, 1999), ou ainda, num quadro mais abrangente dentro da área de controle motor, o “ponto de equilíbrio” do corpo (LATASH, 2010). No caso específico da postura ortostática quieta, o ponto de referência postural é a região na superfície de suporte no qual o indivíduo mantém o seu CM, e em torno do qual os ajustes neuromusculares serão realizados para correção das múltiplas perturbações que agem sobre o corpo (GURFINKEL et al., 1995; DUARTE & ZATSIORSKY, 1999; ZATSIORSKY & DUARTE, 1999). Em termos posturográficos, o ponto de referência postural é aquele no qual os deslocamentos do CP irão ocorrer, havendo desvios significativos somente quando a posição global do CM também sofrer variações (DUARTE & ZATSIORSKY, 1999).

Como amplamente destacado na literatura, o controle postural depende da integração de multissensorial para que os ajustes adequados sejam realizados (PETERKA, 2002). Essa dependência decorre do fato de que não há

um tipo de receptor sensorial específico que meça ou estime a posição do CM do corpo. Dessa forma, para que aja controle da posição do CM pelo sistema de controle postural, uma integração sensório-motora de alta-ordem se faz necessária (MASSION, 1992; GURFINKEL et al., 1995). Essa integração sensório-motora, entretanto, se encontra geralmente comprometida após o insulto neurológico, resultando em quadros típicos como a da síndrome da lateropulsão e da heminegligência e outros (ver revisão em KARNATH, 2007). Podemos supor, desse modo, que mudanças na posição global do CM pode ser prejudicado nos indivíduos pós-AVC em função desse comprometimento de integração sensório-motora de mais alta-ordem.

Por outro lado, durante uma postura com distribuição simétrica do peso corporal entre os membros inferiores, os indivíduos pós-AVC passam a realizar maior número de ajustes posturais com o membro parético, compara a situação onde a distribuição de peso é assimétrica (ROERDINK et al., 2009). Além do prejuízo na integração sensório-motora (KARNATH, 2007), diversas evidências têm apontada também para alterações importantes na função neuromuscular do membro acometido. Por exemplo, em indivíduos pós-AVC as reações posturais frente a perturbações externas são acompanhadas de atrasos na ativação muscular, na sincronização intermuscular e perfil de disparo dos potenciais de ação de unidade motora (KIRKER et al., 2000; GARLAND et al., 2014; LEMOS et al., 2015). Recentes estudos demonstraram que a atividade muscular relacionada ao controle postural em indivíduos jovens e hígidos, em particular o gastrocnêmio, depende da regulação do recrutamento de unidades motoras, mais do que do controle da frequência de disparos de potenciais de ação de unidade motora (VIEIRA et al., 2012), e que esse padrão de

recrutamento é distribuído e assimétrico entre as porções desse músculo (VIEIRA et al., 2010). O comprometimento desse padrão flexível e distribuído de atividade muscular associada ao controle postural é outro fator de pode levar a distúrbios da estabilidade quando da distribuição simétrica de peso corporal. Em conjunto, a manutenção da postura ortostática com uma distribuição simétrica do peso corporal se apresenta como um desafio potencial para indivíduos pós-AVC.

Uma abordagem terapêutica comum para recuperar uma distribuição simétrica do peso corporal entre os membros parético e não-parético é a aplicação do feedback visual ou auditivo do deslocamento postural do indivíduo pós-AVC (revisado em ARENE & HIDLER, 2009; GARLAND et al., 2009). Nessa abordagem, indivíduos pós-AVC são instruídos à distribuir simetricamente o peso corporal entre os membros inferiores com o auxílio de uma balança digital ou analógica, ou através de uma plataforma de força, que permite posicionar seu CP em uma região definida como o ponto central de sua base de suporte. Essa abordagem parece ser útil para a correção da assimetria na distribuição de peso corporal, levando também a melhoras na capacidade funcional de indivíduos pós-AVC (LISINSKI et al., 2012), embora os resultados de estudos clínicos sejam conflitantes (BARCLAY-GODDARD et al., 2004).

1.4. Justificativa e objetivos

Apesar da ampla aplicação de dispositivos baseados em feedback sensorial para a recuperação de uma simetria na distribuição de peso corporal em indivíduos pós-AVC, não está claro se e como essa abordagem impacta no padrão de deslocamento do CP desses indivíduos. Supondo que o feedback visual (mais comumente utilizado em ambiente clínico) seja capaz de compensar as alterações na integração sensório-motora de indivíduos pós-AVC, o que levaria a uma mudança na posição global do CP e uma distribuição de peso corporal mais simétrica, ainda assim o indivíduo teria que se utilizar de os padrões de atividade muscular alterados do membro parético. Dessa forma, é provável que a adoção de uma postura simétrica por parte dos indivíduos pós-AVC seja acompanhada de mudanças significativas do comportamento do CP.

O objetivo geral do presente estudo foi investigar o padrão de deslocamento postural de indivíduos pós-AVC durante a manutenção de uma distribuição de peso corporal simétrica, com o auxílio de feedback visual do CP. Como objetivos específicos, temos: (1) avaliar o controle postural de indivíduos pós-AVC durante a postura ortostática quieta; (2) utilizar o feedback visual do CP para avaliar o controle postural de indivíduos pós-AVC durante a postura ortostática com distribuição simétrica do peso corporal; (3) comparar as medidas de controle postural obtidas durante a postura quieta e a postura simétrica guiada por feedback visual.

2. MÉTODOS

2.1. Participantes

Um total de 30 indivíduos que sofreram AVC participaram do estudo. As características demográficas, antropométricas e clínicas da amostra são mostradas na TABELA 1. Para inclusão no estudo os participantes deveriam apresentar condições clínicas estáveis, ter entre 30 e 70 anos de idade e cursar com hemiparesia unilateral devido ao AVC a pelo menos 6 meses. Os indivíduos com menos de 18 pontos na escala Mini-Mental (CASTRO-COSTA et al., 2008), distúrbio visual não corrigido, histórico musculoesquelético ou qualquer outra condição neurológica além do AVC não foram incluídos na pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa local (número do processo 17327513.7.0000.5235; APÊNDICE A). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) foi preenchido por cada participante antes da realização de qualquer procedimento.

TABELA 1. Características antropométricas, demográficas e clínicas dos participantes ($N=30$). Dados apresentados como média \pm DP (mín.-máx.) e número de ocorrências.

Idade (anos)	58 \pm 13
Estatura (cm)	161 \pm 10
Massa corporal (kg)	71,6 \pm 15,6
IMC (kg/m ²)	27,4 \pm 6,4
Gênero (M/F)	15/15
Área da BS (cm ²)	627 \pm 88
Tempo pós-AVC (anos)	4 \pm 5 (0,3-29)
Tipo de AVC (isquêmico/hemorragico)	26/4
Hemisfério afetado (esquerdo/direito)	12/18

IMC, índice de massa corporal; BS, base de suporte.

2.2. Procedimento experimental

Os participantes foram orientados a permanecer descalços, na posição ortostática, sobre uma plataforma de força, com braços posicionados confortavelmente e olhos abertos. Os participantes foram então instruídos a realizar duas tarefas: (i) manter-se na posição ortostática (postura quieta); (ii) distribuir o peso corporal simetricamente entre os membros inferiores, fazendo uso do feedback visual do próprio CP (tarefa feedback). Foi realizada somente uma aquisição de 60 segundos para cada tarefa, com 1-2 minutos de intervalo entre as aquisições. Durante a postura quieta foi solicitado aos participantes que fixassem o olhar em um ponto branco (3cm de diâmetro) posicionado sobre um fundo preto sobre monitor posicionado 1,2m à frente. Essa tarefa foi usada como condição controle, onde foi avaliada o padrão de deslocamento postural espontânea (usualmente assimétrica) dos indivíduos pós-AVC.

Para a tarefa feedback, nossa condição experimental, os participantes foram orientados a manter uma distribuição simétrica do peso corporal entre os membros inferiores, com auxílio do feedback visual da posição do CP (FIGURA 3A). O feedback visual das coordenadas do CP (ver seção 2.3) foi fornecido como linha vermelha exibida no software da plataforma de força (Balance Clinic, AMTI, USA), com magnitude de 2x, apresentada em um monitor de 15 polegadas (1024x768 pixels), posicionado 1,2m em frente aos participantes (FIGURA 3A). Previamente ao teste, o centro da base de suporte (BS) foi estimado para cada indivíduo: as dimensões da BS foram marcadas sobre um papel milimetrado, utilizando como referência a extremidade do calcâneo, a cabeça do quinto metatarso, e a extremidade do hálux; uma linha conectando os dois pés (linha tracejada horizontal na FIGURA 3B) foi desenhada a partir da

metade da distância entre o terceiro metatarso e o calcâneo de cada pé (linhas sólidas verticais na FIGURA 3B); o ponto médio dessa linha foi definido como o centro da BS (círculo preto na FIGURA 3B); por último, os limites laterais da região central da BS foram definidas como 5% do comprimento da linha tracejada demarcada em ambos os lados do centro da BS ("x" demarcado na FIGURA 3B). A região central da BS foi então delimitada no monitor com uma fita adesiva (FIGURA 3A).

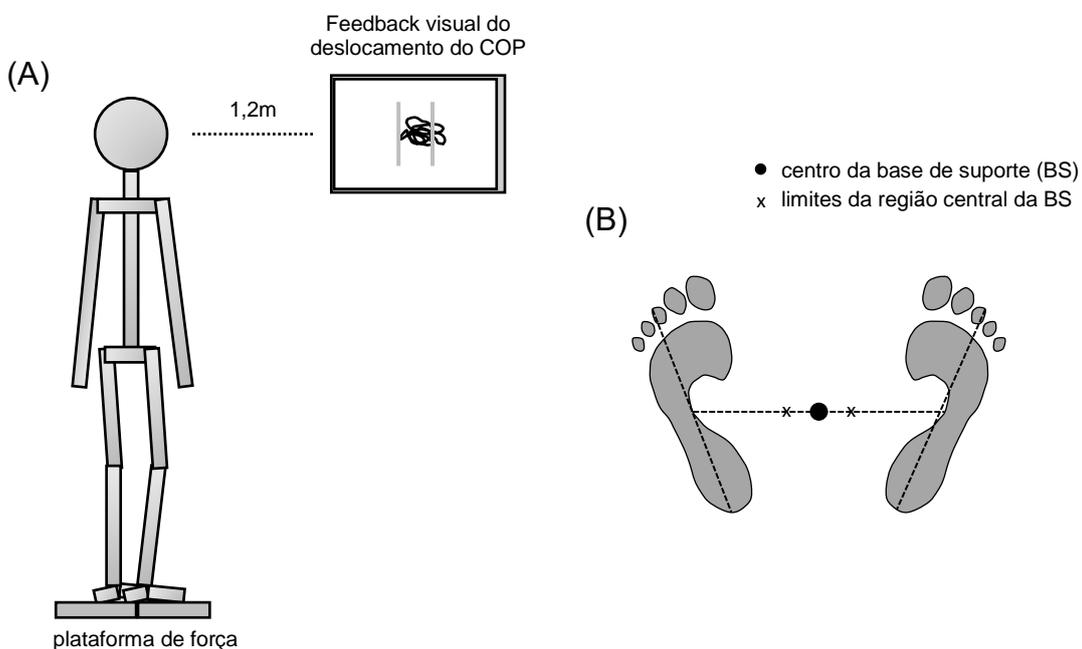


FIGURA 3. Esquema ilustrativo do procedimento experimental. (A) Posição dos participantes em frente a uma tela de computador utilizada para fornecer o feedback visual do CP. Os limites da região central da BS foram demarcados na tela. (B) Definição da região central da BS. A partir da linha de referência (linha horizontal tracejada) o centro da BS (círculo preto) e os limites laterais da região central da BS ("x", correspondendo a 5% do comprimento da linha de referência) foram demarcados.

2.3. Aquisição de dados e processamento

As coordenadas do CP foram calculadas a partir das forças de reação do solo medidas com uma plataforma de força (AccuSway^{PLUS}, AMTI, USA). Os dados foram digitalizados em uma frequência de 50Hz e armazenados para posterior análise. As coordenadas do CP foram filtradas com um filtro passa-baixa com frequência de corte de 5Hz (filtro Butterworth de 2^a ordem). Os primeiros 10s de sinal foram excluídos, sendo os 50s remanescentes usados para análises.

A distribuição do peso corporal (DPC) entre os membros inferiores foi quantificada com base na posição lateral média do CP (CP_x, em milímetros) adquirida durante a postura quieta, corrigida com relação ao centro da BS do sujeito (ver seção 2.2 e FIGURA 3). A equação 1, proposta por GENTHON e colaboradores (2008), foi utilizada para estimar a DPC:

$$DPC (\%) = 0,5 \times CP_x + 50; \quad (\text{Eq. 1})$$

A DPC foi estimada em termos de percentual de peso corporal distribuído entre os membros inferiores, de forma que valores acima de 50% se referissem uma maior distribuição de peso no membro não-parético.

Devido à natureza da tarefa, envolvendo mudanças laterais da posição do CP, somente as séries temporais de deslocamento lateral do CP foram analisadas, e as seguintes variáveis foram calculadas (PRIETO et al., 1996): desvio padrão (DP_{LAT}), velocidade média (VM_{LAT}) e frequência média (FM_{LAT}).

2.4. Análise estatística

Análise prévia dos dados confirmaram a sua distribuição não-Gaussiana (teste de Shapiro-Wilk $P=0.047$). Dessa forma, o teste não-paramétrico de Wilcoxon para medidas repetidas foi aplicado para comparação entre as tarefas postura quieta vs. feedback, tendo o DP_{LAT} , VM_{LAT} e FM_{LAT} como variáveis dependentes. Assumiu-se $\alpha=0,017$ como limiar estatístico ajustado para comparações múltiplas. A partir do escore z foi calculado o tamanho do efeito (TE), sendo interpretado como pequeno se $TE \leq 0,3$, médio se $0,3 < TE < 0,5$, e grande se $TE > 0,50$ (CORDER & FOREMAN, 2009). Os dados foram apresentados como mediana (quartil inferior-quartil superior). Utilizou-se o pacote estatístico SPSS (IBM, USA).

3. RESULTADOS¹

3.1. Distribuição do peso corporal

Todos os participantes foram capazes de realizar a tarefa feedback. Exemplos do deslocamento do CP de um participante representativo durante ambas as tarefas podem ser observados na FIGURA 4. Nota-se que a posição média do CP foi efetivamente alterada na tarefa feedback comparada com a postura quieta. Consequentemente, a distribuição de peso corporal (DPC) estimada também foi distinta, passando de aproximadamente 10% da massa corporal total apoiada no membro não-parético na postura quieta para cerca de 5% durante a tarefa feedback, indicando DPC mais próxima da simetria.

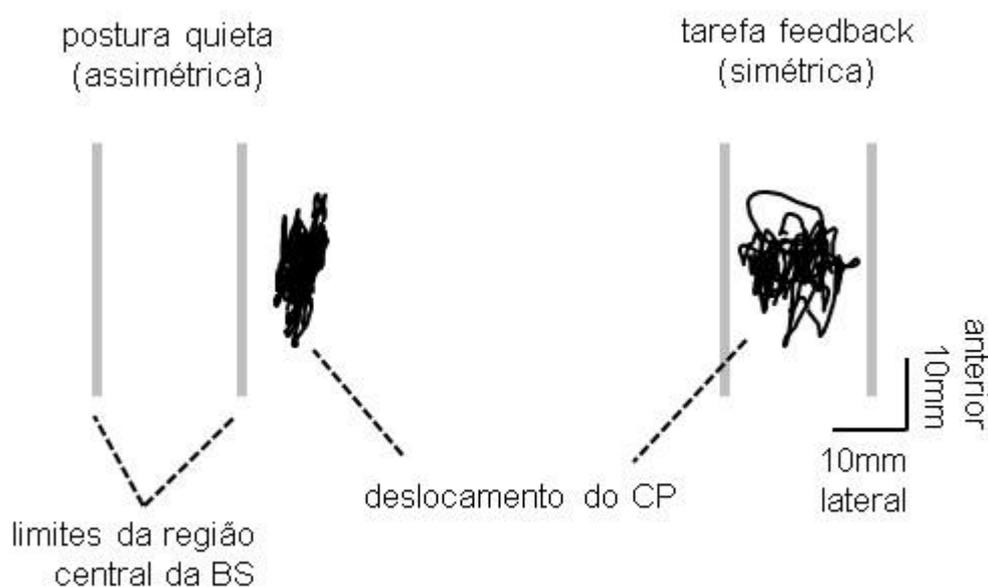


FIGURA 4. Deslocamento do CP de um indivíduo representativo (participante nº 26, homem com 58 anos de idade) durante a postura quieta (painel esquerdo) e a tarefa feedback (painel direito). O CP é representado pela linha preta, enquanto os limites laterais da região central da base de suporte (BS) é apresentada como linhas verticais cinzas.

¹ Resultados parciais do manuscrito submetido à revista *Experimental Brain Research*.

3.2. Deslocamento postural

O padrão deslocamento do CP é nitidamente alterado quanto o participante adota uma DPC simétrica, quando comparada a postura espontânea (FIGURA 4). Particularmente, durante a tarefa feedback (DPC mais simétrica) a magnitude do deslocamento lateral do CP aumenta aproximadamente em um fator de 2 — no caso apresentado na FIGURA 4, o DP_{LAT} passa de 2,4mm na postura quieta para 4,7mm na tarefa feedback. A análise de grupo confirma essas diferenças entre tarefas, especificamente para o DP_{LAT} ($z=-4,268$, $P<0,001$, $TE=0,78$, FIGURA 5A) e o VM_{LAT} ($z=-4,515$, $P<0,001$, $TE=0,82$; FIGURA 5B), mas não para FM_{LAT} ($z=-0,442$, $P=0,658$, $TE=0,08$, FIGURA 5C).

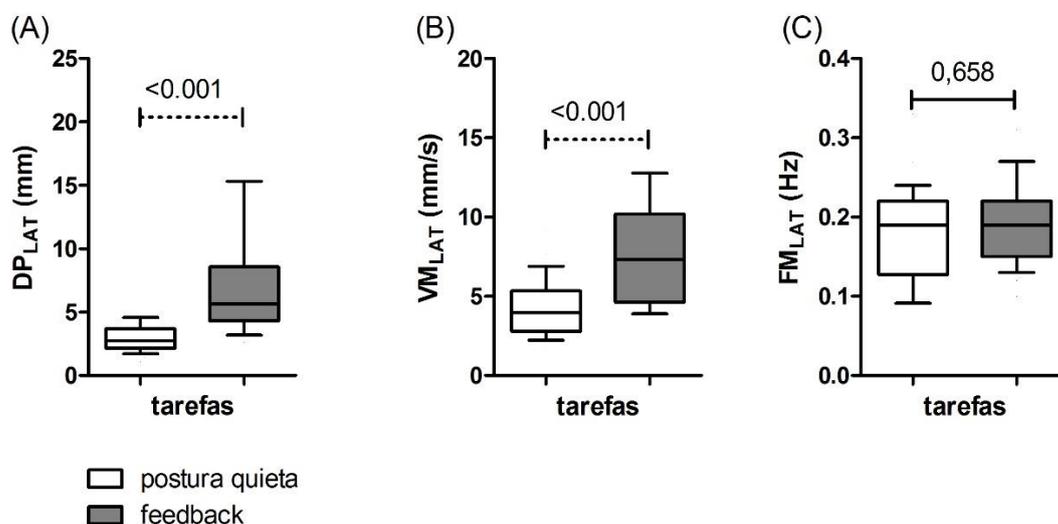


FIGURA 5. Boxplot das variáveis de deslocamento lateral do CP durante a postura quieta (boxes brancos) e tarefa feedback (boxes cinzas). Dados apresentados como mediana (quartil inferior-quartil superior). (A) DP_{LAT} , desvio padrão; (B) VM_{LAT} , velocidade média; (C) FM_{LAT} , frequência média. Linhas tracejadas e sólidas indicam diferenças significativas e não-significativas, respectivamente. O P -valor correspondente é apresentado como *inset*.

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar se e como a adoção de uma distribuição simétrica de peso corporal, visualmente guiada, altera o padrão de deslocamento postural de indivíduos pós-AVC. Nossos principais achados foram um aumento na magnitude e velocidade do deslocamento postural durante a tarefa feedback (DPC mais simétrica), quando comparada com a postura quieta espontânea (DPC assimétrica). A partir desse resultado, pode ser sugerido que o feedback visual não é capaz de compensar as alterações sensório-motoras ou neuromusculares que comprometem a manutenção da estabilidade postural em indivíduos pós-AVC. Pode-se, dessa forma, questionar a validade do uso desse tipo de abordagem em programas de reabilitação física com foco na estabilidade postural.

4.1. Redução da assimetria com uso de feedback visual

Para alcançar uma distribuição de peso corporal simétrica entre os membros inferiores demandam dois processos inter-relacionados. Primeiro, os indivíduos pós-AVC devem modificar ativamente a posição do seu centro de massa (CM) em relação a base de suporte, o que depende de modificações no denominado “ponto de referência postural”, em torno do qual os ajustes neuromusculares vão ocorrer para contrapor perturbações externas ou internas e manter a posição corporal definida (GURFINKEL et al., 1995; DUARTE & ZATSIORKY, 1999; ZATSIORKY & DUARTE, 1999). Contudo, o ajuste apropriado e a atualização do ponto de referência postural parecem depender de mecanismos de integração sensório-motora de alta-ordem (GURFINKEL et al., 1995; MASSION, 1992), comumente afetados após o AVC (KARNATH et

al., 2000; revisão em KARNATH, 2007). Em segundo lugar, a contribuição do membro parético para manutenção da postura ortostática aumenta em indivíduos pós-AVC durante a postura simétrica (ROERDINK et al., 2009), o que necessariamente leva a mudanças no padrão de deslocamento postural, uma vez que a atividade neuromuscular comumente observada durante a postura ortostática em indivíduos hígidos (e.g., VIEIRA et al., 2010) se encontra prejudicado no membro afetado pelo AVC (GARLAND et al., 2009; revisado em ARENE & HIDLER, 2009). Em conjunto, esse quadro resulta em alterações que comprometem o controle postural de indivíduos pós-AVC, tornando a manutenção da postura ortostática simétrica um desafio potencial.

No presente estudo, enquanto os voluntários realizavam a postura feedback seu peso corporal foi igualmente distribuído entre cada perna, como confirmado pela modificação na posição lateral média do CP e a correspondente mudança na DPC estimada; a sobrecarga de cerca de 10% no membro não-parético durante a postura quieta foi reduzida para aproximadamente 5% na tarefa feedback. O nível de assimetria encontrado durante a postura quieta foi semelhante ao valor de 8-13% reportado em outros estudos realizados dessa mesma população (MARIGOLD & ENG, 2006; ROERDINK et al., 2009). Vale destacar, ainda, que a distribuição de peso corporal atingida durante a tarefa feedback ficou próximo do valor observado durante a postura de em indivíduos idosos hígidos (0-7%; BLASZCZYK et al., 2000; KINSELLA-SHAW et al., 2013) e de jovens saudáveis (cerca de 2%; KINSELLA-SHAW et al., 2013). Para o propósito do presente estudo, foi considerado que os indivíduos pós-AVC realizaram com sucesso as tarefas propostas, sendo confirmado ainda a utilidade do feedback visual como

instrumento para reorganização das estratégias posturais adotadas por esses indivíduos. Contudo, para ampla adoção dessa ferramenta no processo de reabilitação postural, devemos identificar quais são as características dessas reorganizações.

4.2. Alterações no deslocamento postural durante a tarefa feedback

Associada à mudança na posição lateral do CP durante a tarefa feedback, a magnitude e a velocidade do deslocamento postural aumentou de maneira significativa, quando comparada com a postura quieta (veja FIGURA 4 e FIGURA 5A e 5B): tanto o DP_{LAT} quanto a VM_{LAT} aumentaram aproximadamente 2x quanto os indivíduos pós-AVC sustentaram uma distribuição simétrica do peso corporal entre os membros inferiores. Apesar do simples aumento da magnitude ou da variabilidade do deslocamento do CP não poder ser encarado como uma modificação prejudicial do controle postural (VAN EMMERIK & VAN WEGEN, 2002; HADDAD et al., 2013,), aumentos concomitantes na magnitude e velocidade do deslocamento do CP estão associados a um maior nível de instabilidade (PAI & PATTON, 1997; PAI et al., 2000). Considerando o corpo na posição ortostática como um pêndulo invertido cujo eixo de rotação se encontra no tornozelo (WINTER et al., 1998, mas ver críticas sobre esse modelo em HSU et al., 2007), MAURER & PETERKA (2005) sugeriram que um aumento concomitante da amplitude e velocidade de deslocamento postural, particularmente em idosos, pode ser atribuído a um aumento no nível de “ruído” presente no sistema de controle postural — ruído esse atribuído a déficits do sistema sensorial (ver discussão em MAURER & PETERKA, 2005), mas que pode também ser associado a alterações no

padrão de recrutamento e de geração de força neuromuscular (ARENE & HIDLER, 2009; GARLAND et al., 2009; LEMOS et al., 2015). Tomados em conjunto, essas evidências apontam para alterações importantes do segmento parético que comprometem os ajustes neuromusculares necessários a manutenção da posição ortostática.

Nossos resultados diferem dos achados de DAULT e colaboradores (2003), que mostraram que indivíduos pós-AVC foram capazes reduzir seu deslocamento postural em até 20% com a presença de feedback visual do CP. Entretanto, o estudo de DAULT et al. (2003) tem pelo menos duas características metodológicas que diferem significativamente do nosso estudo: foram avaliados indivíduos pós-AVC no período agudo, com tempo médio de 3 meses após o evento; os indivíduos foram instruídos a manter seu CP posicionado dentro de um quadrado projetado numa tela, onde ambos os deslocamentos anterior-posterior e lateral foram restringidos. Por outro lado, no nosso estudo foram realizadas avaliações em indivíduos em condições crônicas, com tempo médio pós evento de 48 meses. Além disso, a restrição ao deslocamento do CP somente na direção lateral. Esses aspectos resultam em condições distintas de comprometimento sensório-motora e de demanda postural, respectivamente, o que pode explicar, ao menos parcialmente, as diferenças nos resultados encontrados.

5. CONCLUSÃO

Em resumo, indivíduos hemiparéticos pós-AVC são capazes de realizar tarefas que requerem a manutenção de uma distribuição simétrica do peso corporal entre os membros inferiores, fazendo uso de feedback visual de seu

deslocamento postural. Contudo, o padrão de deslocamento postural assumido nessas condições é compatível com maiores níveis de instabilidade postural, uma vez que tanto a amplitude quanto a velocidade de deslocamento do CP se apresentam aumentados com relação a condição postura quieta. Sendo assim, pode-se sugerir que os indivíduos pós-AVC são capazes de modificar seu ponto de referencia postural — modificando a posição global do seu centro de massa —, apresentando, contudo, alterações importantes na capacidade de ajuste neuromuscular necessário a manutenção de uma postura simétrica — que se reflete nos deslocamentos do CP mais amplos e em maior velocidade. A exploração dessas alterações neuromusculares, principalmente no membro parético, bem como as implicações desses alterações para a elaboração de programas reabilitação postural para essa população, são temas potenciais para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

- ADONI T, BROCK RS. **Neurologia e neurocirurgia**. São Paulo, Atheneu, 2008.
- AFIFI AK, BERGMAN RA. **Neuroanatomia funcional: texto e atlas**. São Paulo, Rocca, 2007.
- ALLUM JHJ, SHEPARD NT. An overview of the clinical use of dynamics posturography in the differential diagnosis of balance disorders. **Journal of Vestibular Research** 1999; 9:223-252.
- ARENE N, HIDLER J. Understanding motor impairment in the paretic lower limb after a stroke: a review of the literature. **Topics in Stroke Rehabilitation** 2009; 16:346-356.
- ASKIM T, BERNHARDT J, LOGE AD, INDREDAVIK B. Stroke patients do not need to be inactive in the first two-weeks after stroke: results from a stroke unit focused on early rehabilitation. **International Journal of Stroke** 2007; 7:25-31.
- BARATTO L, MORASSO PG, RE C, SPADA G. A new look at posturographic analysis in the clinic context: sway-density versus other parameterization techniques. **Motor Control** 2002; 6:246-270.
- BLASZCZYK JW, PRINCE F, RAICHE M, HÉBERT R. Effect of ageing and vision on limb load asymmetry during quiet stance. **Journal of Biomechanics** 2000; 33:1243-1248.
- CARON O, FAURE B, BRENIÈRE Y. Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. **Journal of Biomechanics** 1999; 30:1169-1171.

- CHAGAS EF, TAVARES MCGCF. A simetria e transferência de peso do hemiplégico: relação essa condição com o desempenho de suas atividades funcionais. **Revista de Fisioterapia USP** 2001; 8:40-50.
- COLLINS JJ, DE LUCA CJ. Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. **Experimental Brain Research** 1993; 95:308-318.
- DAULT MC, DE HAART M, GEURTS ACH, ARTS IMP, NIENHUIS B. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in Young and elderly health adults and in stroke patients. **Human Movement Science** 2003; 22:221-236.
- DUARTE M, FREITAS SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia** 2010; 14:183-192.
- DUARTE M, ZATSIORKY VM. On the fractal properties of natural human standing. **Neuroscience Letters** 2000; 283:173-176.
- DUARTE M, ZATSIORKY VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. **Motor Control** 1999; 3:12-27.
- GARLAND SJ, GRAY VL, KNORR S. Muscle activation patterns and postural control following stroke. **Motor Control** 2009; 13:387-411.
- GURFINKEL VS, IVANENKO YP, LEVIK YS, BABAKOVA IA. Kinesthetic reference for human orthograde posture. **Neuroscience** 1995; 68:229-243.
- HADDAD JM, RIETDYK S, CLAXTON LJ, HUBER JE. Task-dependent postural control throughout the lifespan. **Exercise & Sports Science Reviews** 2013; 41:123-132.

- HARBOURNE RT, STERGIOU N. Movement variability and the use of nonlinear tools: principles to guide physical therapist practice. **Physical Therapy** 2009; 89:267-282.
- HORAK FB, MACPHERSON JM. Postural orientation and equilibrium. In Rowell LB, Shepard JT (ed.) **Handbook of Physiology**. New York, Oxford University Press, 1996; p.255-292.
- HSU W-L, SCHOLZ JP, SCHÖNER G, JEKA JJ, KIEMEL T. Control and estimation of posture during quiet stance depends on multijoint coordination. **Journal of Neurophysiology** 2007; 97:3024-3035.
- KARNATH H-O. Pusher syndrome – a frequent but little-known disturbance of body orientation perception. **Journal of Neurology** 2007; 254:415-424.
- KARNATH H-O, FERBER S, DICHGANS J. The neural representation of postural control in humans. **Proceedings of the National Academy of Science USA** 2000; 97:13931-13936.
- KINSELLA-SHAW JM, HARRISON SJ, CARELLO C, TURVEY MT. Laterality of quiet standing in old and young. **Experimental Brain Research** 2013; 231:383-396.
- LAFOND D, DUARTE M, PRINCE, F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. **Journal of Biomechanics** 2004; 37:1421-1426.
- LEMO T, RODRIGUES E, OLIVEIRA L, TOVAR-MOLL F, VIEIRA T. Contribution of medial gastrocnemius motor unit to the control of upright stance in stroke individuals. **XVI Brazilian Congresso of Biomechanics & VI Symposium on Applied Neuromechanics**, Florianópolis, 2015.

LORAM ID, LAKIE M. Direct measurement of human ankle stiffness during quiet standing: the intrinsic mechanical stiffness is insufficient for stability.

Journal of Physiology 2002; 545:1041-1053.

LORAM ID, GOLLEE H, LAKIE M, GAWTHROP PJ. Human control of an inverted pendulum: is continuous control necessary? Is intermittent control effective? Is intermittent control physiological? **Journal of Physiology** 2001; 589:307-324.

LUNDY-EKMAN L. **Neurociência: fundamentos para a reabilitação**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2000.

MARIGOLD DS, ENG JJ. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. **Gait & Posture** 2006; 23:249-255.

MASSION J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. **Progress in Neurobiology** 1992; 38:35-56.

MAURER C, PETERKA RJ. A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. **Journal of Neurophysiology** 2005; 93:189-200.

PAI Y-C, MAKI BE, IQBAL K, MCILROY WE, PERRY SD. Threshold for step initiation induced by support-surface translations: a dynamics center-of-mass model provides much better prediction than a static model. **Journal of Biomechanics** 2000; 33:387-392.

PAI Y-C, PATTON J. Center of mass velocity-position predictions for balance control. **Journal of Biomechanics** 1997; 30:347-354.

PRIETO TE, MYKLEBUST JB, HOFFMANN RG, LOVETT EG, MYKLEBUST BM. Measures of postural steadiness: differences between healthy Young

ad elderly adults. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering** 1996; 43:956-966.

ROERDINK M, GEURTS ACH, DE HAART M, BEEK PJ. On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair** 2009; 23:267-274.

SHUMWAY-COOK A, WOOLLACOTT MH. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. 3ª ed. São Paulo: Manole, 2010.

VAN EMMERIK REA, ROSENSTEIN MT, MCDERMOTT WJ, HAMILL J. A nonlinear dynamics approach to human movement. **Journal of Applied Biomechanics** 2004; 20:396-420.

VAN EMMERIK REA, VAN WEGEN EEH. On the functional aspects of variability in postural control. **Exercise & Sports Science Reviews** 2002; 30:177-183.

VIEIRA TMM, LORAM ID, UCELI S, MERLETTI R, FARINA D. Recruitment of motor units in the medial gastrocnemius muscle during human quiet standing: is recruitment intermittent? What triggers recruitment? **Journal of Neurophysiology** 2012; 107:666-676.

VIEIRA TMM, WINDHORST U, MERLETTI R. Is the stabilization of quiet upright stance in humans driven by synchronized modulations of the activity of medial and lateral gastrocnemius muscles? **Journal of Applied Physiology** 2010; 108:85-97.

VISSER JE, CARPENTER MG, VAN DER KOOIJ H, BLOEM BR. The clinical utility of posturography. **Clinical Neurophysiology** 2008; 119:2424-2436.

WINTER DA, PATLA AE, PRINCE F, ISHAC M, GIELO-PERCZAK K. Stiffness control of balance in quiet standing. **Journal of Neurophysiology** 1998; 80:1211-1221.

WINTER DA. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture** 1995; 3:193-214.

ZATSIORKY VM, DUARTE M. Instant equilibrium point and its migration in standing tasks: rambling and trembling components of the stabilogram. **Motor Control** 1999; 3:28-38.

APÊNDICE A – FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Abordagens Fisioterapêuticas na reabilitação de indivíduos após Acidente Vascular Cerebral

Pesquisador: Erika de Carvalho Rodrigues

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 39804614.6.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.026.553

Data da Relatoria: 07/04/2015

Apresentação do Projeto:

O projeto intitulado “Abordagens Fisioterapêuticas na reabilitação de indivíduos após Acidente Vascular Cerebral” foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com a folha de rosto devidamente preenchida e identificação dos pesquisadores responsáveis. Trata-se de um projeto com subdivisão em dois estudos, sendo um observacional e o outro um ensaio clínico randomizado, controlado e duplo cego. Os participantes do estudo serão hemiparéticos, em decorrência de acidente vascular cerebral.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos dos estudos são: a) estudo observacional - Investigar as características dinâmicas da oscilação postural em hemiparéticos durante tarefas de deslocamento de peso com feedback visual e avaliar a eficácia de um protocolo de exercícios na restauração da simetria da distribuição de peso entre os membros inferiores de hemiparéticos crônicos; b) ensaio clínico randomizado, controlado e duplo cego - Investigar se a fisioterapia convencional combinada à utilização de ETCC bi hemisférica será eficaz em recuperar a funcionalidade do membro superior e modificar a qualidade de vida de indivíduos hemiparéticos crônicos pós-acidente vascular cerebral. Os objetivos gerais dos estudos estão claros e coerentes.

Endereço: Av. Paris, 304 TEL: (21)3882-9797 (Ramal : 1015)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@unisuum.edu.br



Continuação do Parecer: 1.026.553

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram adequadamente descritos no corpo do projeto e incluídos no TCLE, conforme solicitado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os critérios exigidos para a avaliação do projeto foram parcialmente atendidos. Apresentar a carta de anuência do Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentar a carta de anuência do Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC).

Recomendações:

Solicita-se revisão das sugestões propostas pelo CEP para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Solicita-se revisão das sugestões propostas pelo CEP para nova apreciação. O detalhamento da revisão se encontra no parecer gerado no seu ambiente da Plataforma Brasil.

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicita-se revisão das sugestões propostas pelo CEP para nova apreciação. O detalhamento da revisão de seu projeto encontra-se no parecer consubstanciado gerado no seu ambiente da Plataforma Brasil.

RIO DE JANEIRO, 16 de Abril de 2015

Assinado por:
SUSANA ORTIZ COSTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Paris, 304 TEL: (21)3882-9797 (Ramal : 1015)
Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.041-010
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@unisam.edu.br

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Centro Universitário Augusto Mott
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Projeto de Pesquisa

A contribuição da estimulação transcraniana por corrente direta (tDCS) e de um protocolo de exercícios de transferência de peso na recuperação de indivíduos hemiparéticos pós-acidente vascular cerebral (AVC)

O(a) Sr(a) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada: “A contribuição da Estimulação Transcraniana por Corrente Direta (tDCS) e de um protocolo de exercícios de transferência de peso na recuperação de indivíduos hemiparéticos pós Acidente Vascular Cerebral (AVC)”. Esse projeto está dividido em duas pesquisas e o presente convite se refere à que investigará a simetria na distribuição de peso entre os membros inferiores de hemiparéticos crônicos.

Os objetivos dessa pesquisa são divididos em duas fases: (1) avaliar o percentual de peso que os indivíduos que sofreram AVC (acidente vascular cerebral ou derrame) descarregam sobre o membro inferior afetado em relação ao não afetado, correlacionando esse percentual com escalas de avaliação de equilíbrio, marcha, função do membro inferior e qualidade de vida; (2) avaliar a eficácia de um protocolo de exercícios específicos para melhorar distribuição de peso entre os membros inferiores de pacientes que tenham sofrido AVC.

O(A) senhor(a) poderá participar das duas fases dessa pesquisa. Na primeira delas, o(a) senhor(a) será avaliado(a) por um fisioterapeuta. Esta avaliação inclui os seguintes testes e entrevistas:

- Velocidade e cadência da marcha: Será feita avaliação da marcha enquanto o paciente anda por 10 metros.
- Estabilidade e postura: Será realizado um teste com um equipamento parecido com uma balança que avalia a oscilação corporal do paciente.
- Equilíbrio: Serão realizados testes com várias tarefas relacionadas ao equilíbrio e a marcha em atividades normais do dia-a-dia para avaliar seu desempenho em tais atividades.
- Perguntas a respeito das possíveis consequências físicas e emocionais causadas pelo AVC.

Os dados dessa primeira fase da pesquisa servirão para estudarmos como o peso é distribuído entre os membros de pacientes que sofreram AVC e como isso afeta sua vida diária, a marcha e o equilíbrio. Isso é importante para melhorar o conhecimento dos fisioterapeutas sobre as consequências do AVC e ajudar na prescrição dos exercícios mais corretos para ajudar os pacientes a melhorarem.

Se o(a) senhor(a) se encaixar nos critérios de inclusão dessa primeira parte do estudo, será convidado a participar da segunda parte. Entre os critérios de inclusão estão: terem se passado mais de 6 meses desde o AVC, ter entre 30 e 70 anos de idade, ter 52% à 74% de peso corporal suportado pelo membro não afetado, conseguir realizar uma marcha independente com ou sem equipamento auxiliar, conseguir permanecer de pé por 5 minutos sem apoio e sem órtese e ter capacidade de cooperar com o treinamento (ausência de afasia de compreensão).

A segunda parte desta pesquisa se caracteriza por atendimentos gratuitos de fisioterapia que serão realizados 2 vezes por semana, por 10 semanas, totalizando 20 sessões, com duração de aproximadamente 50 minutos cada. Nestas sessões, serão realizados exercícios de fortalecimento muscular e de descarga de peso para o membro mais afetado, em diversas posturas como de pé, deitado, ajoelhado, subindo escadas, etc. Tudo com a intenção de melhorar seu padrão de marcha e sua qualidade de vida. Ao final das 20 sessões, o(a) senhor(a) será avaliado(a) novamente para observar se os exercícios foram eficazes para melhorar a simetria na distribuição do peso corporal entre os membros inferiores.

Os dados dessa segunda fase da pesquisa servirão para avaliar se os exercícios usados foram capazes de melhorar a simetria na distribuição de peso sobre os membros inferiores e se isso melhora o equilíbrio, a marcha e a qualidade de vida dos pacientes, ajudando os fisioterapeutas a poder escolher o melhor tratamento para as sequelas de AVC no membro inferior.

Todos os procedimentos serão realizados por um fisioterapeuta treinado. É importante esclarecer que mesmo com todos os cuidados durante a realização da pesquisa, podem ocorrer quedas, cansaço, resposta anormal da pressão arterial, dificuldade para respirar. Se algum dos sintomas aparecerem, dispomos de profissionais habilitados para intervir nestas situações.

Saiba que em qualquer parte do experimento você terá acesso a experimentadora responsável: Ft. Camilla Polonini Martins (21) 994998370 que pode ser encontrada neste telefone ou no local da pesquisa. Se você tiver alguma dúvida, entre em contato com o comitê de ética e pesquisa (CEP), localizado na Praça da Nações, Bonsucesso – RJ (Prédio da Pós-Graduação), Tel.: (21) 3882-9752.

Eu garanto que os dados colhidos, serão mantidos em sigilo e você terá o direito de conhecer os resultados obtidos na pesquisa, se assim desejar. Informamos que se você aceitar participar da pesquisa, não será compensado financeiramente, nem terá qualquer prejuízo financeiro ou em relação ao tratamento que recebe nesta instituição. Sinta-se inteiramente livre para aceitar ou não participar deste experimento. A qualquer momento você poderá interromper sua participação, ou retirar seu consentimento, se sentir necessidade.

Como experimentadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados nesta pesquisa, justificando o destino e a necessidade de utilização. Qualquer dúvida, pergunte à pesquisadora Camilla Polonini Martins.

Assinatura da pesquisadora

Declaro estar suficientemente informado a respeito deste estudo, cujas informações eu li, ou foram lidas para mim. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos, seus efeitos, seus desconfortos e riscos. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas.

Sendo assim, eu, _____

RG _____ residente à _____

Nº _____, complemento _____, Bairro _____, cidade _____, estado _____, concordo em participar do projeto de pesquisa: A contribuição da estimulação transcraniana por corrente direta (tDCS) e de um protocolo de exercícios de transferência de peso na recuperação de indivíduos hemiparéticos pós-acidente vascular cerebral (AVC) . Responsável: Ft. Camilla Polonini Martins. Estou ciente que poderei deixar de participar a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízo.

Assinatura do participante