

LIDIANE SOUZA DA SILVA

**CONTROLE POSTURALEM PACIENTES COM LESÃO DO
PLEXO BRAQUIAL**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(FISIOLOGIA)**



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho
Rio de Janeiro – 2014**

Lidiane Souza da Silva

**CONTROLE POSTURALEM PACIENTES COM LESÃO DO
PLEXO BRAQUIAL**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Fisiologia).

Orientadora: Claudia Domingues Vargas

Coorientadora: Erika de Carvalho Rodrigues

Rio de Janeiro – 2014

Silva, Lidiane Souza

Controle postural em pacientes com lesão do plexo braquial / Lidiane Souza da Silva. Rio de Janeiro: UFRJ-IBBCF, 2014.

Orientadora: Claudia Domingues Vargas

Co-orientadora: Erika de Carvalho Rodrigues

1. Controle Postural. 2. Posturografia. 3. Equilíbrio. 4. Descarga de peso. 5. Lesão de nervo periférico. 6. Plexo braquial – Dissertação.

I. Vargas, Claudia Domingues (Orientadora). II. Rodrigues, Erika de Carvalho (Co-orientadora). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. Pós-graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia). IV. Controle postural em pacientes com lesão do plexo braquial.

Lidiane Souza da Silva

**CONTROLE POSTURAL EM PACIENTES COM LESÃO DO
PLEXO BRAQUIAL**

Rio de Janeiro, 6 de Maio de 2014.

Claudia Domingues Vargas, Doutora, IBBCF/UFRJ (Orientadora)

Erika de Carvalho Rodrigues, Doutora, UNISUAM (Coorientadora)

Mário Fiorani Junior, Doutor, IBCCF/UFRJ (Revisor e Suplente interno)

Eliane Volchan, Doutora, IBCCF/UFRJ

José Fernando Guedes Corrêa, Doutor, UNIRIO

Luis Aureliano Imbiriba Silva, Doutor, EEFD/UFRJ

Arthur de Sá Ferreira, Doutor, UNISUAM(Suplente externo)

Dedico este trabalho a minha família...

Especialmente aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Em especial aos meus pais, Lenildo e Gilvanda, por serem meus exemplos, por toda luta, apoio, amor, dedicação e torcida durante esses anos.

A minha irmã Letícia, por todo incentivo, amor, amizade e alegrias durante esses anos.

Ao Erick pelo companheirismo, auxílio, motivação, amizade e torcida durante esse período.

Aos meus amigos: Ana, Carol, Priscila, Tamires e Rabi, pela presença constante em minha vida, tornando-a mais leve.

À minha orientadora Claudia Vargas e à minha coorientadora Erika Rodrigues, pela confiança, oportunidade, carinho, aprendizado e paciência ao longo da minha vida científica.

À Erika e à Laura por me selecionarem como membro do laboratório, e permitirem que eu descobrisse os aspectos mais interessantes do controle do movimento, essenciais para minha formação profissional.

Ao Thiago Lemos, pelo carinho, paciência, por compartilhar o seu conhecimento e tornar esse período mais fácil.

Aos membros do Laboratório de Neurobiologia II, que se tornaram parte importante da minha vida. Em especial à Maria Luíza, que em pouco tempo se tornou uma grande amiga.

A todos os voluntários que participaram gentilmente desse estudo.

RESUMO

SILVA, Lidiane Souza. **Controle postural em pacientes com lesão do plexo braquial**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

O controle postural é uma habilidade motora complexa cujas principais funções são orientação corporal e equilíbrio postural. O objetivo deste estudo foi avaliar se o déficit sensorio-motor do membro superior decorrente de lesão do plexo braquial (LPB) afeta o controle postural. Foram avaliados 11 participantes com LPB, bem como 11 participantes sem alterações do membro superior, pareados em gênero, idade, altura e massa corporal ao grupo de pacientes. O equilíbrio dinâmico dos participantes foi mensurado através da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB). A avaliação posturográfica foi realizada para verificar o deslocamento postural na posição ortostática. Os participantes se posicionavam sobre uma plataforma de força, com os olhos abertos, e adotavam quatro diferentes bases de suporte: base confortável (BC); base aberta (BA); base fechada (BF) e base tandem (BT). Cada condição tinha 60s de duração e a sequência de tarefas era aleatorizada entre os participantes. O deslocamento do centro de pressão (CP), centro de gravidade (CG) e do sinal de erro (CP-CG) foram analisados. Adicionalmente, foi avaliada a simetria de descarga de peso (DP) em ambos os grupos. O controle do equilíbrio em apoio unipodal direito e esquerdo foi quantificado através do número de toques com o membro contralateral no solo. Os resultados revelaram que o grupo de pacientes com LPB apresentou um déficit de equilíbrio postural significativo em relação ao grupo controle. O grupo de pacientes com LPB apresentou menores escores na EEB em relação ao grupo controle. A avaliação posturográfica revelou alterações significativas no deslocamento postural somente na direção ântero-posterior: o grupo de pacientes apresentou maior frequência média do CP em BT, e maior velocidade média do CP em BA e BC. Houve diferenças também para o desvio padrão do CP-CG nas bases BA, BC e BT, e na velocidade média do CP-CG em BC. O grupo de pacientes exibiu maior quantidade de toques durante o apoio unipodal, comparado ao grupo controle. Houve também uma maior assimetria na DP para o lado ipsilateral à lesão. Em conclusão, os resultados sugerem que os pacientes com LPB adotam estratégias diferentes em relação ao grupo controle para manutenção do equilíbrio postural, mesmo em posições menos desafiadoras. Este estudo demonstrou alterações do controle postural em adultos com LPB, servindo de alerta quanto à necessidade de intervenção para prevenir e tratar os déficits secundários a lesão neurológica.

Palavras-chave: Controle Postural; Posturografia; Equilíbrio; Descarga de peso; Lesão de nervo periférico; Plexo braquial.

Rio de Janeiro, Maio, 2014.

ABSTRACT

SILVA, Lidiane Souza. **Postural control in patients with brachial plexus injury**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014

The postural control is a complex behavior whose main functions are to coordinate body orientation and balance. The aim of this study was to investigate whether the sensorimotor deficit in the upper limb due to brachial plexus injury (BPI) affects the postural balance. Eleven participants with BPI were evaluated and the control group comprises 11 healthy participants matched in gender, age, height and body weight to the patients group. The dynamic balance of the participants was measured by the Berg Balance Scale (BBS). Posturographic evaluation was performed to assess the postural displacement in the standing position. The participants positioned themselves on the force platform with the eyes open, and adopted four different bases of support: feet in a comfortable position (CO); feet apart at the level of the hip (FA); feet closely together (CT); and tandem stance (TA). Each condition had 60s duration and the sequence of tasks was randomized between the participants. The displacement of the center of pressure (CP), center of gravity (CG) and the error signal (CP-CG) were analyzed. In addition, the symmetry of weight bearing (WB) in both groups was assessed. The balance control in single-limb stance left and right was quantified by the number of touches with the contralateral limb on the ground. The results revealed that the group of patients with BPI presented a significant deficit of the postural balance as compared to control group. The group of patients with BPI reported lower scores on the BBS compared to the control group, statistical difference obtained by non-parametric Mann-Whitney U test. There was also a greater asymmetry in WB to the leg ipsilateral to the injured arm. The posturographic evaluation revealed significant changes in postural displacement only in the anterior-posterior direction: the group of patients presented higher mean frequency of the CP in TA, and greater mean velocity of the CP in FA and CT. There were also differences in the standard deviation of the CP-CG in the bases FA, CT and TA, and in the mean velocity of the CP-CG in CT. The group of patients with BPI showed greater amount of touches during single-limb stance, compared to the control group. There was also a greater asymmetry in WB to the leg ipsilateral to the injured arm. In conclusion, the results suggest that patients with BPI adopt different strategies in relation to control group to maintain postural balance, even in less challenging positions. This study demonstrates changes of postural balance control in adults with BPI, and serves as a warning for the need of interventions to prevent and treat secondary deficits associated with the injury.

Palavras-chave: Postural Control; Posturography; Equilibrium; Weightbearing; Peripheralnerveinjury; Brachialplexus.

Rio de Janeiro, May, 2014.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração anatômica do plexo braquial	8
Figura 2. Fluxograma da ordem dos procedimentos experimentais	15
Figura 3. Plataforma de força	21
Figura 4. Decomposição do centro de pressão (CP) em centro de gravidade estimado (CG) e diferença entre o CP e o CG (CG-CP)	23
Figura 5. Cálculo da área e do centro da base de suporte	24
Figura 6. Descarga de peso corporal	32
Figura 7. Parâmetros de deslocamento do CP	38
Figura 8. Parâmetros de deslocamento do CP-CG	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações pessoais, clínicas e procedimento cirúrgico realizado.....	28
Tabela 2. Características da amostra	29
Tabela 3. Informações referentes ao exame físico dos pacientes avaliados	30
Tabela 4. Avaliações do equilíbrio	32
Tabela 5. Avaliações subjetivas referentes ao equilíbrio	33
Tabela 6. Medidas posturográficas referentes ao centro de pressão (CP)	35
Tabela 7. Medidas posturográficas referentes ao centro de gravidade (CG)	36
Tabela 8. Medidas posturográficas referentes ao sinal de erro (CP-CG)	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LPB	lesão do plexo braquial
CM	centro de massa do corpo
CG	centro de gravidade
ECM	excitabilidade corticoespinal motora
EMT	estimulação magnética transcraniana
AP	direção ântero-posterior
ML	direção médio-lateral
CP	centro de pressão dos pés
CP-CG	“sinal de erro”, ou a diferença entre CP e o CG
BS	base de suporte
ABS	área da base de suporte
CMBS	centro de massa da base de suporte
%DP	percentual da descarga de peso
EEB	Escala de Equilíbrio de Berg

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1.Revisão de literatura	7
1.1.1. Anatomia do plexo braquial	7
1.1.2. Mecânica do equilíbrio corporal.....	9
1.1.3. Posturografia	11
2. JUSTIFICATIVA	12
3. OBJETIVO	13
3.1. Objetivo geral	13
3.2Objetivos específicos	13
4. METODOLOGIA	14
4.1. Amostra	14
4.2. Ordem de realização dos procedimentos experimentais	15
4.3. Exame físico	16
4.4. Avaliação subjetiva do equilíbrio (escalas)	17
4.5. Posturografia	19
4.5.1. Procedimento	19
4.5.2. Instruções	20
4.5.3. Aquisição do Sinal Posturográfico	21
4.5.4. Análise do Sinal Posturográfico	22
4.6. Quantificação da distribuição de peso.....	23
4.7. Análise estatística.....	26
5. RESULTADOS	27
5.1. Caracterização da amostra	27
5.2. Exame físico	29
5.3. Avaliação do equilíbrio	31
5.4. Posturografia	34
6. DISCUSSÃO	40
6.1. Indicadores de déficit de equilíbrio e risco de quedas	40
6.2. Assimetria da descarga de peso	41
6.3. Alterações posturográficas e suas relações	42
6.4. Influência do membro superior para manutenção do equilíbrio	45
7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	48
8. CONCLUSÃO	50
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

ANEXO 1	57
ANEXO 2	62
ANEXO 3	69
ANEXO 4	69
ANEXO 5	70

1. INTRODUÇÃO

O plexo braquial consiste na rede neural responsável pelas inervações sensorial, motora e autonômica do membro superior homolateral (RESNICK, 1995). Estudos americanos e europeus demonstram que 10% a 20% das lesões do sistema nervoso periférico envolvem o plexo braquial. Dessas, 70% são devido aos traumas auto/motociclísticos, que geram mecanismos de tração sobre o pescoço e ombro (MUMENTHALER, 1969; NARAKAS, 1985). Levantamentos feitos em território nacional estimam que a incidência anual das lesões traumáticas do plexo braquial em adultos é de aproximadamente 1,75 casos/100.000 habitantes (FLORES, 2006). Os estudos nacionais e internacionais relatam maior ocorrência de lesão do plexo braquial (LPB) em indivíduos do sexo masculino, com idade inferior a 30 anos, e envolvidos em acidentes motociclísticos (DUBUISSON; KLINE, 2002; FLORES, 2006; MELLO JR. et al., 2012).

As lesões podem causar variados graus de paralisias e alterações sensitivas, podendo afetar todo o membro superior (CONCEIÇÃO, 2005). Os padrões mais comuns da LPB são aqueles que comprometem o tronco superior ou todo o plexo braquial (lesão completa) (MORAN; STEINMANN; SHIN, 2005; DUBUISSON; KLINE, 2002). As lesões implicam em graves repercussões no contexto familiar, profissional e qualidade de vida dos indivíduos acometidos, prejudicando-os conseqüentemente na realização de tarefas funcionais (MELLO JR. et al., 2012).

Diferentes técnicas para reconstrução do plexo braquial foram desenvolvidas na tentativa de recuperar a função do membro afetado, dentre elas estão a reconstrução nervosa através de enxerto nervoso e da transferência nervosa (FLORES, 2011). A transferência nervosa, também chamada de neurotização, é o procedimento considerado de primeira escolha quando não é possível reconstruir o tronco ou fascículo de forma direta. Esse procedimento consiste na transferência de um nervo sã que é coaptado com o coto distal do tronco ou

fascículo lesionado (COLBERT; MACKINNON, 2008). Já o enxerto nervoso é utilizado quando há descontinuidade anatômica e perda de substância neural. Nesses casos, os cotos nervosos devem ser saudáveis e utiliza-se geralmente o nervo sural como doador (BERTELLI, GHIZONI, 2008). A fisioterapia também apresenta um importante papel no tratamento destes pacientes, uma vez que o princípio básico de reabilitação na lesão do nervo periférico é promover a sua regeneração e a recuperação funcional (KINLAW, 2005; RÜHMANN et al., 2001; RÜHMANN et al., 2004).

No entanto, apesar da grande incidência da LPB no Brasil e no mundo, e do investimento devotado à reabilitação do membro superior, não observamos na literatura estudos que se preocupem com possíveis alterações secundárias que a lesão do plexo braquial possa ocasionar, como por exemplo, investigações a respeito do controle postural em adultos.

O controle postural é considerado uma habilidade motora complexa derivada da interação de múltiplos processos sensório-motores. Os dois principais objetivos funcionais do controle postural são orientação e equilíbrio postural. A orientação postural envolve o controle ativo do alinhamento e tonicidade dos segmentos corporais em relação à gravidade, a superfície de suporte, ao ambiente e as referências internas. Já o equilíbrio postural envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras para estabilizar o centro de massa do corpo (CM) ou sua projeção vertical (centro de gravidade - CG), dentro dos limites de estabilidade durante os ajustes posturais (DUARTE, 2010; HORAK, 2006). O limite de estabilidade expressa o quanto da base de suporte (área delimitada pelas bordas externas dos pés) o indivíduo consegue utilizar e se manter em equilíbrio, isto é, o limite de estabilidade expressa a base de suporte funcional do indivíduo. O centro de gravidade do corpo por sua vez, é definido como o ponto no qual o corpo humano pode ser equilibrado sobre a ação da gravidade, e sobre o qual atua a resultante das forças que agem sobre o corpo (DUARTE; FREITAS, 2010).

Para que haja sucesso na realização das tarefas funcionais, é necessário que o indivíduo mantenha uma boa postura, uma vez que a grande maioria destas é realizada na orientação vertical. A boa postura está relacionada com o alinhamento que permite uma distribuição equilibrada das cargas entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio da tarefa. Além de necessitar da integração sensório-motora no processo de estabelecimento da orientação vertical e o relacionamento do corpo com os objetos no seu ambiente (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 1995). Assim, o controle postural é condição essencial para a execução adequada das inúmeras tarefas motoras que desempenhamos ao longo da vida, a relação entre postura e equilíbrio não está bem estabelecida na literatura (DANIS et al., 1998; KAMPHUIS et al., 2013), e é através do controle postural que os mecanismos que os englobam estão interligados.

Uma alteração no sistema de controle postural afeta a capacidade funcional, a independência de movimentos, podendo até mesmo ocasionar quedas do indivíduo. As quedas são tratadas como fator de grande relevância epidemiológica, social e econômica em todo o mundo. Atinge frequentemente pessoas idosas e em vários distúrbios que incluem patologias vestibulares, doenças neurológicas e músculo-esqueléticas, entre outras (CRIPPS; CARMAN, 2001; VISSER et al., 2008). Tais quedas podem provocar alterações musculoesqueléticas, como dores e lesões, e psicológicas, como o medo de cair (WINTER, 1995). Como consequência, a qualidade de vida de indivíduos com déficit de equilíbrio reduz consideravelmente (VISSER et al., 2008).

Diversos estudos na área de controle postural tentam entender como alterações dos sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial) ou alterações musculoesqueléticas afetam as coordenações das reações posturais e equilíbrio (BOREL et al., 2002; HORAK; NASHNER; DIENER, 1990; WALKER; BROUWER; CULHAM, 2000) tanto em adultos jovens quanto em idosos (MELZER; ODDSSON, 2004; PRADO; STOFFREGEN; DUARTE,

2007; TEASDALE & SIMONEAU, 2001; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002).Entretanto, apesar de clinicamente relevante, são raros os trabalhos na literatura que investigaram possíveis alterações do controle postural geradas por lesões do membro superior.

Recentemente, RIDGWAY et al. (2013) investigaram alterações motoras em 32 crianças com LPB ao nascimento. O nível da lesão foi variável, entretanto lesões que incluíam o tronco superior foram predominantes, correspondendo a 78% da amostra. O controle postural destas crianças foi avaliado por uma equipe multidisciplinar de saúde através de exame físico e observação de tarefas funcionais. Reavaliações semestrais foram realizadas até completar três anos de acompanhamento. Os autores constataram alterações no controle postural (incluindo postura assimétrica e movimentos atípicos) em 97% da amostra.

Alguns estudos (descritos a seguir) mostraram indiretamente a importância da função da cintura escapular, através da indução de alterações agudas e reversíveis no membro superior (anestesia e imobilização), para o adequado controle postural em adultos. KJAERGÅRD et al. (1984) investigaram alterações posturais em dez indivíduos submetidos a um bloqueio perivascular axilar – nessas condições, a sensibilidade do membro anestesiado é reduzida significativamente. Após 40 minutos da anestesia, os indivíduos realizavam o teste de Romberg (olhos fechados e pés unidos) com o membro superior fixado ao corpo por uma tábua, sobre a plataforma de força. Antes do teste os indivíduos permaneciam 1 minuto em pé para adaptação, e seguia o teste com duração de 3 minutos. O resultado da soma das oscilações corporais em ambas as direções revelaram aumento de aproximadamente 31% em 9 de 10 indivíduos após a anestesia. Os autores atribuíram os resultados como efeito da anestesia do membro superior comprometendo o equilíbrio postural dos pacientes, e eliminaram a hipótese que a transição da mobilidade normal para a incapacidade de mover o membro superior pudesse induzir mudanças dinâmicas na estabilidade e orientação postural através da imobilização do membro superior. Já o atual estudo publicado por LUI et al. (2013)

avaliou o equilíbrio de indivíduos adultos saudáveis que utilizavam uma imobilização do membro superior com estabilização de ombro. Todos os 42 indivíduos eram destros e foram divididos em três grupos: 6 constituíam o grupo controle e dois grupos faziam uso da imobilização (18 à direita e 18 à esquerda). A avaliação do equilíbrio foi realizada através do teste de posturografia computadorizada dinâmica descrito por avaliar objetivamente o equilíbrio e a estabilidade postural sob condições dinâmicas projetadas para refletir os desafios da vida diária. Os resultados mostraram que o uso da imobilização conduziu ao déficit de equilíbrio em um terço dos voluntários, e este é maior quando presente no membro superior não dominante, com o dobro do número de quedas. Os autores sugerem que o uso da tórax prejudica o equilíbrio corporal e aumenta o risco de quedas em idosos, evidenciando os efeitos deletérios da imobilização do membro superior para o sistema de controle postural, e então nesse trabalho defendem a sua remoção o mais precoce possível.

Em situações não induzidas pelo examinador, ou seja, condições crônicas de alterações da cintura escapular, também foram encontradas evidências indiretas sobre a sua influência para o controle postural. Estudos realizados em mulheres pós-mastectomizadas identificaram alterações posturais (MELO et al., 2011; ROSTKOWSKA; BAK; SAMBORSKI, 2006; BASAR et al., 2012). Já foi identificado que mulheres pós-mastectomizadas apresentam restrição de movimentos realizados pelo ombro, devido à redução da força muscular e da amplitude de movimento no membro ipsilateral a cirurgia (LAHOZ et al., 2010). Dentre as alterações posturais encontradas estão: um maior ângulo de inclinação lateral e anterior do tronco, maior assimetria do posicionamento da escápula, maior assimetria no nível dos ombros no plano frontal, maior rotação da pelve e maiores curvaturas da coluna, anteriorização de cabeça e protrusão de ombro homolateral à cirurgia (ROSTKOWSKA; BAK; SAMBORSKI, 2006; MELO et al., 2011). Já o estudo realizado em 24 mulheres com linfedema secundário após câncer de mama observou

alterações na estabilidade postural através do sistema de equilíbrio Biodex, identificando aumento dos parâmetros de deslocamento na direção ântero-posterior (AP) e médio lateral (ML) na condição olhos fechados. Os autores supõem que a distribuição assimétrica do fluido na parte superior do corpo pode aumentar a oscilação corporal e a predisposição a quedas (BASAR et al., 2012).

Além dos trabalhos descritos acima, KANTAK et al. (2013) investigaram o efeito da orientação postural sobre a excitabilidade corticoespinal motora (ECM) de músculos da extremidade proximal e distal do membro superior. A ECM foi avaliada através da aplicação da técnica de estimulação magnética transcraniana (EMT) sobre a representação cortical motora do músculo interósseo dorsal e do músculo deltóide anterior em intensidades que variaram de 90% a 200% do limiar motor em duas posições: sentada e em pé. Seis adultos saudáveis participaram do experimento. Os resultados de diversos parâmetros da EMT indicaram que a mudança postural de sentado para em pé aumentou significativamente a excitabilidade corticoespinal do músculo deltóide anterior, o que não foi observado para o músculo interósseo dorsal. Uma vez que músculos do ombro são relativamente volumosos, possuem inserção extensa no tronco, e controlam movimentos de todo o membro superior; tornam-se, portanto capazes de influenciar significativamente o deslocamento do centro de massa do corpo.

Desta maneira, todas essas evidências sugerem uma contribuição importante do membro superior para o mecanismo de controle postural (principalmente da musculatura proximal), entretanto, ainda não está claro qual o seu mecanismo de atuação, e não existe na literatura trabalhos que tenham investigado o controle postural em indivíduos adultos acometidos por lesão do plexo braquial.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1. Anatomia do plexo braquial

O plexo braquial é constituído pela união de cinco raízes nervosas, quatro cervicais (C5, C6, C7 e C8) e uma torácica (T1), com contribuições ocasionais da quarta raiz nervosa cervical (C4) e da segunda raiz nervosa torácica (T2) (RESNICK, 1995). As raízes nervosas passam entre os músculos escaleno anterior e escaleno médio, e fundem-se em três troncos (ver figura 1).

A união das raízes C5 e C6 dá origem ao tronco superior, C7 forma o tronco médio, e C8 a T1 formam o tronco inferior. Cada tronco dá origem às divisões anteriores e posteriores. As três divisões posteriores formam o fascículo posterior, de onde emergem os nervos radial e axilar, responsáveis respectivamente pela inervação dos músculos da região posterior do braço (tríceps braquial) e do músculo deltóide e emitem também os nervos tóraco dorsal e subescapular. O fascículo lateral é formado pelas divisões anteriores do tronco superior e médio, de onde emerge o nervo musculocutâneo, responsável pela inervação da região anterior do braço (bíceps braquial e coracobraquial). O fascículo medial é formado pela divisão anterior do tronco inferior, onde seu principal nervo é o ulnar que inerva a musculatura intrínseca da mão (interósseos e lumbricais). Outro nervo principal é o mediano, originado parte pelo fascículo lateral (responsável pela entrada sensorial) e parte pelo fascículo medial (responsável pela saída motora), onde sua área de inervação prioriza os músculos flexores na região anterior do antebraço, além dos músculos da região ténar da mão. Os nervos peitoral lateral e medial são originados pelos fascículos com respectivos nomes.

Outros ramos terminais importantes do plexo braquial emergem acima da clavícula. O nervo torácico longo e o nervo escapular dorsal se originam a partir das raízes superiores. O nervo supraescapular origina-se da parte superior do tronco (MOORE e DALLEY, 2007; COLBERT; MACKINNON, 2008). Segundo SONGCHAROEN (2008), o nervo frênico é

originado principalmente das raízes nervosas de C4 com contribuição de ramos de C3 e C5 e cerca de 25% a 38% dos pacientes podem possuir um nervo frênico acessório.

De forma simplificada, pode-se dizer que: as raízes de C5 e C6 são responsáveis pelos movimentos do ombro e flexão do cotovelo, sendo priorizados nas reparações por enxerto ou por neurotização direta; a raiz de C7 é responsável pelo comando do grupo muscular extensor do cotovelo, punho e extrínseco do polegar e dedos; e as raízes C8 e T1 conferem a inervação motora de boa parte do grupo flexor extrínseco e musculatura intrínseca; sendo então, os responsáveis pela maior parte da motricidade da mão (CARMO; SOUZA, 2000).

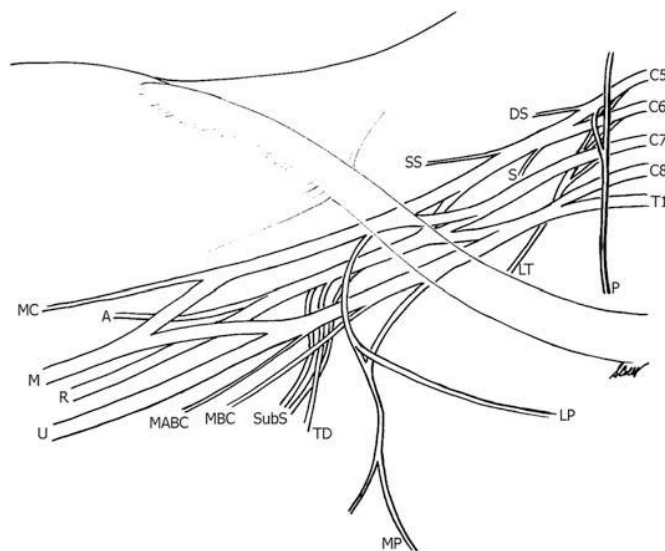


Figura 1: Ilustração anatômica do plexo braquial. As raízes e os troncos do plexo braquial formam o plexo supraclavicular, e os cordões e os ramos terminais formam o plexo infraclavicular. C5-8, raízes nervosas cervicais; A, nervo axilar; DS, nervo escapular dorsal; LP, nervo peitoral lateral; LT, nervo torácico longo; M, nervo mediano; MABC, nervo cutâneo medial do antebraço; MBC, nervo cutâneo medial do braço; MC, nervo musculocutâneo; MP, nervo peitoral medial; P, nervo frênico, R, nervo radial; S, para o nervo subclávio; SS, nervo supra-escapular; SubS, nervo subescapular; T1, primeira raiz nervosa torácica; TD, nervo tóraco dorsal; U, nervo ulnar. (adaptado de COLBERT; MACKINNON, 2008).

1.1.2. Mecânica do equilíbrio postural

Mecanicamente, o corpo está em equilíbrio quando o somatório de todas as forças (F) e momentos de força (M) que agem sobre ele é igual a zero ($\Sigma F=0$ e $M=0$). As forças atuantes sobre o corpo na postura ortostática podem ter origem externa, devido à ação da gravidade ou da interação com o ambiente, ou interna, que podem ser perturbações fisiológicas (por exemplo, o batimento cardíaco e a respiração) ou perturbações geradas pela ativação dos músculos necessários para a manutenção da postura e a realização dos movimentos do próprio corpo (HORAK; MACPHERSON, 1996; DUARTE; FREITAS, 2010).

Na posição ortostática, para que o corpo esteja em equilíbrio é necessário que o CG ou CM se projete verticalmente dentro dos limites de estabilidade, definidos por um cone que tem como base o tamanho da base de suporte do corpo (figura geométrica delimitada pelas bordas dos pés). O CG é definido como o ponto no qual o corpo humano pode ser equilibrado sobre a ação da gravidade, e sobre o qual atua a resultante das forças que agem sobre o corpo. Uma vez que a posição do CG sofre constantes influências das forças gravitacionais e inerciais, para manter-se em equilíbrio é necessário, portanto exercer a atuação de uma força de igual magnitude e direção oposta, representada pelo centro de pressão dos pés (CP). O CP é a localização do ponto do vetor da força de reação do solo, que representa a média ponderada de todas as pressões exercida pelos pés sobre a superfície de suporte, é controlada constantemente pelo sistema nervoso, e se move em torno do CG. Essas duas grandezas, CP e CG, na postura ortostática podem apresentar variações semelhantes. A diferença entre elas são relacionadas a aceleração do corpo, quanto menores as frequências de oscilação, menores serão as diferenças elas. Portanto, quando estamos em pé, nosso corpo nunca está em perfeito equilíbrio e uma pequena oscilação corporal pode ser observada (DUARTE; FREITAS, 2010; WINTER et al, 1995).

A mecânica do controle do equilíbrio na posição ortostática pode ser entendida pelo modelo do pêndulo invertido (WINTER, 1995; WINTER et al., 1998). Este é um simples modelo físico matemático de um pêndulo invertido com segmentos rígidos articulados por juntas tipo dobradiça. No caso do indivíduo na postura ortostática, para o plano sagital, o seu corpo se comportaria como um pêndulo invertido onde a articulação do tornozelo seria o único eixo de rotação. Entretanto, o corpo é potencialmente instável em muitos níveis, não apenas na articulação do tornozelo, e cada um dos movimentos articulares deve ser detectado e corrigido a fim de minimizar o movimento corporal global (WINTER, 1995). Sendo assim este modelo se ajusta mais adequadamente a um pêndulo com múltiplos elos (BARDY et al., 2007; CREATH et al., 2005; HSU et al., 2007). Visto a importância do controle da posição do CG para a manutenção do equilíbrio, este modelo sugere que a diferença entre a posição do CP e do CG (CP-CG), possa ser usada para estimar a dinâmica dos mecanismos de controle postural (LAFOND; DUARTE; PRINCE, 2004). A diferença entre a posição do CP e do CG (CP-CG), também denominada “sinal de erro”, é a principal variável regulada pelo sistema nervoso para atingir tal equilíbrio (GAGE et al., 2004; WINTER et al., 1998), parecendo ser mais sensível a mudanças na organização do controle do equilíbrio postural relacionada à idade ou a déficits neurológicos (CORRIVEAU et al., 2001; MASANI et al., 2007; YU et al., 2008).

1.1.3. Posturografia

A posturografia, também conhecida como estabilometria, é uma técnica bastante difundida e utilizada para quantificar as oscilações corporais de um indivíduo na postura ortostática (TEREKHOV, 1976; VISSER et al., 2008). A mensuração das oscilações corporais é realizada através de uma plataforma de força que registra os deslocamentos do centro de pressão (CP) do corpo. O dado do CP refere-se a uma medida de posição definida por duas coordenadas (ântero-posterior e médio-lateral) na superfície da plataforma (DUARTE; FREITAS, 2010). A partir desse registro, diversos outros parâmetros do CP podem ser calculados como a área de deslocamento, desvio-padrão do deslocamento, frequência média e velocidade média das oscilações corporais (PRIETO et al., 1996).

A partir do registro do CP é possível estimar o CG. Um dos métodos de estimativa do CG considera o modelo do pêndulo invertido e utiliza a filtragem a partir da relação, no domínio de frequências, entre CP e CG, consistindo na aplicação de um filtro passa-baixa no sinal do CP. A frequência de corte desse filtro foi determinada a partir das características antropométricas do corpo, que geralmente é da ordem de 0,5 Hz (CARON; FAURE; BRENIÈRE, 1997). Este é um método simples e rápido, pois só depende da posição do CP e de uma estimativa simples do momento de inércia do corpo (DUARTE; FREITAS, 2010). A partir da diferença do CP e CG é possível, portanto, obter o “sinal de erro” (CP-CG) para os diversos parâmetros posturográficos.

2. JUSTIFICATIVA

O controle postural é uma habilidade motora complexa dependente da integração multisensorial e da adequada participação do sistema musculoesquelético. Por isso, o déficit do equilíbrio postural pode dificultar a independência do indivíduo e ter consequências perigosas como aumento do risco de quedas. Embora alguns trabalhos tenham evidenciado indiretamente a participação do membro superior para o controle postural, ainda é desconhecido o seu mecanismo de atuação. Também não existe na literatura estudos que tenham investigado se a lesão do plexo braquial pode ocasionar déficits no controle postural em adulto. Nesse sentido, o comprometimento do controle do membro superior poderia justificar alterações importantes no controle postural, prejudicando o desempenho das atividades de vida diária.

Neste trabalho, tentaremos entender essas questões através da aplicação de escalas subjetivas e funcionais, da mensuração da simetria de descarga de peso e da realização de tarefas posturais com uso da técnica de posturografia, a partir de um grupo de pacientes adultos com lesão do plexo braquial.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo geral avaliar equilíbrio de indivíduos com lesão do plexo braquial, visando contribuir para o entendimento de como o sistema de controle postural se comporta na ausência/déficit da integração sensório-motora do membro superior.

3.2. Objetivos específicos

- 1) Descrever as características clínicas e funcionais dos pacientes com lesão do plexo braquial (LPB) incluídos no presente estudo.
- 2) Testar se existe diferença o equilíbrio postural dinâmico dos pacientes com LPB e indivíduos controles através da Escala de Equilíbrio de Berg;
- 3) Testar se o comportamento posturográfico de voluntários com lesão do plexo braquial durante as tarefas posturais de equilíbrio estático em diversas condições difere do grupo controle;
- 4) Testar se pacientes com LPB apresentaram maior dificuldade e/ou medo de cair durante as tarefas posturais em relação ao grupo controle.
- 5) Testar se os pacientes com LPB apresentam simetria de descarga de peso ou se estes se deslocam para o mesmo lado ou contralateral a lesão.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostra

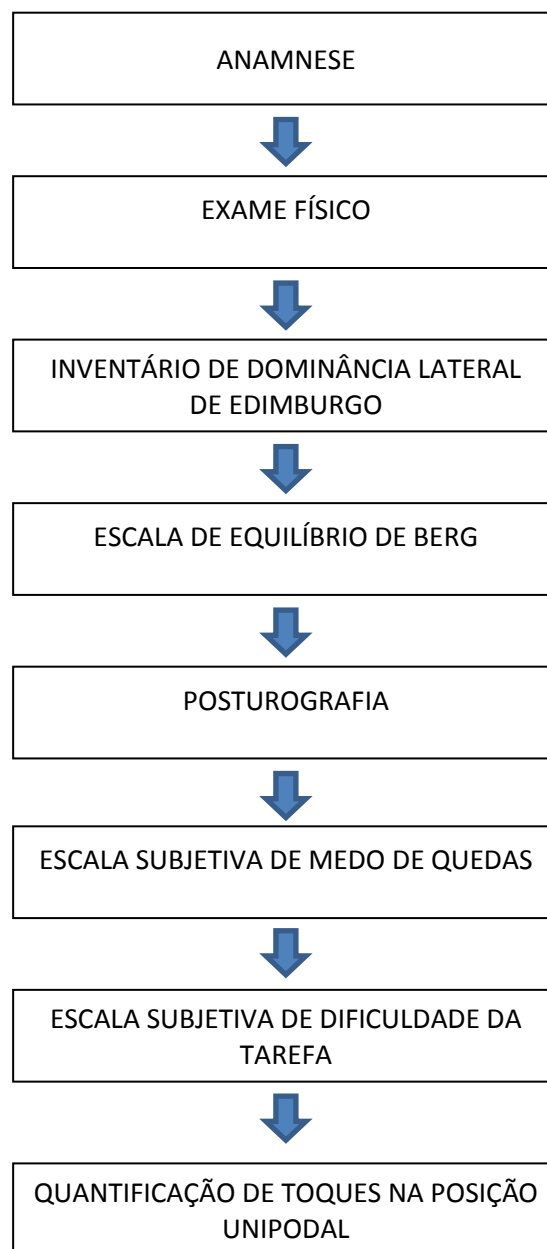
Os pacientes, após terem a lesão do plexo braquial confirmada através da avaliação médica e do exame de eletroneuromiografia, foram encaminhados ao Laboratório de Neurociências e Reabilitação pelo setor médico e de fisioterapia do Instituto de Neurologia Deolindo Couto da UFRJ. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: adultos (idade entre 18 e 40 anos); lesão que incluía o tronco superior do plexo braquial; lesão do plexo braquial unilateral e traumática. Já os fatores de exclusão foram: histórico de lesão neurológica e/ou motora (exceto a lesão do plexo braquial); pontuação abaixo de 24 para o teste do Mini Exame do Estado Mental (FOLSTEIN et al., 1975); histórico de vertigem; perda visual ou déficit visual não corrigido. Também foram recrutados indivíduos sem alterações neuromusculares (grupo controle), respeitando aos mesmos critérios de exclusão, realizando pareamento individualizado aos pacientes em sexo, idade, altura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC).

Todos os indivíduos aceitaram participar voluntariamente do estudo, e após breve apresentação dos procedimentos experimentais a serem aplicados, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. As informações pessoais foram coletadas através de entrevista (Anexo 1). O atual estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC) da UFRJ (processo nº 275.945).

4.2. Ordem de realização dos procedimentos experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados seguindo a ordem representada abaixo e serão descritos a seguir.

Figura 2: Fluxograma da ordem dos procedimentos experimentais



4.3. Exame físico

O exame físico consistiu na avaliação de força muscular manual; sensibilidade superficial tátil, profunda e subjetiva; reflexos profundos e superficiais; tônus muscular e dor (Anexo 1). Com exceção da avaliação de sensibilidade subjetiva e dor, todas as demais foram realizadas comparativamente, tomando como referência o segmento correspondente do lado corporal não lesionado.

A força muscular foi avaliada manualmente, testando os músculos-chave do membro superior determinados pelos critérios da Associação Americana de Lesões Medulares (ASIA) (DITUNNO et al., 1994) e graduada de 0 a 5 segundo a escala Medical Research Council (1976) - MRC; anexo 1. Os músculos testados foram: C5 — flexores do cotovelo (bíceps braquial); C6 — extensores do punho (extensor radial longo e curto do carpo); C7 — extensores do cotovelo (tríceps); C8 — flexores dos dedos (flexores profundos) do dedo médio; T1 — abdutores do dedo mínimo.

Para avaliar a sensibilidade superficial (tato protopático) foi aplicado um estímulo (algodão) sobre os dermatômos padronizados pela ASIA, enquanto o examinador classificava, de acordo com a resposta do voluntário, se a sensibilidade estava alterada (hipoestesia, anestesia ou hiperestesia) ou preservada. Os dermatômos avaliados foram: C4 — borda superior da articulação acromioclavicular; C5 — borda lateral da fossa antecubital; C6 — dedo polegar; C7 — dedo médio; C8 — dedo mínimo; T1 — borda medial (ulnar) da fossa antecubital.

A propriocepção foi avaliada individualmente em polegar, cotovelo e hálux. A propriocepção ou sensibilidade cinético-postural foi testada no paciente com os olhos fechados, o examinador executava movimentos passivos de flexão/extensão em cada um dos segmentos citados, solicitava ao paciente identificar os movimentos imprimidos e a posição imposta.

A presença de sensibilidade subjetiva no membro superior lesionado, como as sensações de choque, formigamento, coceira, queimação, frio, calor, entre outras, foi investigada através de entrevista e os pacientes relatavam quais destas sensações estavam presentes. A presença de dor também foi avaliada através de entrevista, caso presente o paciente graduava essa dor de zero (nenhuma) a dez (insuportável).

Os reflexos profundos (bicipital, tricipital, patelar e aquileu) foram testados com auxílio do martelo médico tipo Buck, os pacientes deveriam manter o membro testado relaxado enquanto o examinador disparava o golpe. O reflexo cutâneo plantar foi realizado bilateralmente para verificar a existência do sinal de Babinski, bem como o sinal de Hoffman também foi testado, para verificar se havia possibilidade de lesão do sistema nervoso central. Caso presente o paciente deveria ser eliminado da amostra.

O tônus muscular foi avaliado para as articulações do cotovelo, punho, joelho e tornozelo e graduado de acordo com a resistência muscular apresentada durante a movimentação passiva rápida do segmento avaliado. O tônus muscular poderia ser classificado como diminuído (hipotonia), normal, ou aumentado (hipertonia). Em pacientes com lesão do sistema nervoso periférico é mais comum ser encontrada hipotonia.

4.4. Avaliação subjetiva do equilíbrio (escalas)

Constituíram a avaliação do equilíbrio as seguintes medidas: desempenho na realização das tarefas da Escala de Equilíbrio de Berg; pontuação na Escala Subjetiva de Preocupação com Quedas; pontuação na Escala Subjetiva de Dificuldade da Tarefa; e pontuação na Escala Subjetiva de Medo de Quedas.

A Escala de Equilíbrio de Berg foi criada por BERG et al. (1989) e validada para o português por Miyamoto et al. (2004), e avalia o equilíbrio estático e dinâmico dos

participantes. A escala é constituída por 14 itens, cada item possuindo 5 alternativas de pontuação que variam de 0 a 4, com a pontuação máxima de 56 pontos representando o equilíbrio normal (Anexo 2).

A Escala Subjetiva de Preocupação com Quedas (presente no Anexo 1) se refere à uma medida da preocupação com quedas dos voluntários em atividades desempenhadas em seu cotidiano, que pode variar de zero (não se preocupa) a dez (extremamente preocupado).

A Escala Subjetiva de Dificuldade da Tarefa (Anexo 3) foi aplicada após a realização de cada uma das tarefas posturais sobre a plataforma de força (ver próxima sessão), do qual o voluntário deveria estimar entre 0 (muito fácil) a 10 (muito difícil) a dificuldade gerada por tal tarefa. A Escala Subjetiva de Medo de Quedas (Anexo 4) foi aplicada após a realização de cada uma das tarefas posturais, sua pontuação poderia variar de 0 (nenhum medo) a 10 (muito medo).

As escalas subjetivas são importantes para avaliar a percepção dos indivíduos em relação a fatores que influenciam o seu equilíbrio. O medo de cair é uma das consequências comuns das quedas, mas também pode ser causa delas (TINETTI; RICHMAN; POWELL, 1990). Investigar a preocupação ou o medo de cair é importante, uma vez que está associado com o declínio da capacidade funcional levando a alterações do equilíbrio e do controle postural, além das alterações psicossociais geradas como a depressão, ansiedade e redução do contato social (MACEDO et al., 2005). A avaliação do medo de cair é complexa e envolve influências físicas, ambientais, comportamentais e funcionais. Por isso, a preocupação com quedas foi avaliada em situações do cotidiano, que poderia indicar se os indivíduos possuem déficit de equilíbrio e as demais alterações geradas por ela. A avaliação de medo de quedas foi realizada imediatamente após as tarefas posturais, uma vez que o medo de quedas pode interferir nas medidas posturográficas analisadas.

A quantificação de toques na plataforma de força durante a posição unipodal foi mais uma avaliação designada a verificar o equilíbrio do voluntário. Nesta tarefa o voluntário deveria permanecer 1 minuto sobre a plataforma de força e manter-se na posição. O examinador registrava o número de toques realizados pelo voluntário sobre a plataforma de força com o membro inferior esquerdo fletido para a manutenção da posição unipodal direita. O mesmo procedimento era realizado para a posição unipodal esquerda. Os voluntários eram instruídos a retornar a posição inicial assim que tocavam o solo (ver instrução no Anexo 5).

4.5. Posturografia

4.5.1. Procedimento

O teste posturográfico foi realizado em uma sala fechada situada no Laboratório Integrado de Pesquisa sobre o Estresse (LINPES- IPUB/UFRJ) com iluminação e refrigeração adequada, tomada a precaução necessária para evitar ao máximo qualquer tipo de ruído que pudesse afetar o desempenho dos voluntários.

O voluntário era orientado a subir descalço e a permanecer em pé em uma plataforma de força, distanciada a 1,30 m da parede. Os braços permaneceram relaxados ao lado do corpo, o olhar direcionado ao marcador fixado à parede e ajustado na altura dos olhos. O posicionamento dos pés variou para cada uma das condições realizadas, mantendo-se:

1. os pés posicionados de forma confortável e na mesma altura (base confortável);
2. os pés afastados, seguindo a distância do quadril, e paralelos (base aberta);
3. os pés unidos na linha média (base fechada);
4. o calcanhar de um pé imediatamente atrás do hálux do outro pé (base tandem);

A fim de evitar erros no posicionamento do sujeito durante as condições experimentais, a borda externa dos pés foi marcada em um papel milimetrado A2 colocado sobre a plataforma de força antes da coleta. Assim, quando determinada condição era avaliada, o voluntário posicionava os pés sobre a pegada demarcada no papel. Além destas delimitações, para a condição base aberta foram realizadas marcações da cabeça do 5º metatarso, do calcâneo e da ponta do hálux em ambos os pés para posterior cálculo da área da base de suporte.

A ordem da realização das tarefas foi pré-determinada através do sorteio das condições de duas categorias: uma considerada fácil, que corresponde as bases aberta, confortável e fechada; e a outra considerada difícil, que corresponde as bases tandem, unipodal direita e unipodal esquerda. Todos os testes iniciavam com a categoria fácil. Após a realização de três condições era dado um intervalo aproximado de 3 minutos, no qual o voluntário poderia se sentar. O experimento consistiu em uma única aquisição de duração com 60 segundos para cada condição.

4.5.2. Instruções

Antes da realização de cada uma dessas condições, os voluntários recebiam instruções do examinador. Para as condições de base aberta, confortável e fechada, os voluntários recebiam a seguinte instrução:

“Em cima da plataforma, mantenha os braços alinhados ao longo do corpo e olhe à sua frente. Iremos te avisar o momento do início do teste falando a palavra ‘já’ e solicitarei que você mantenha sua posição até eu dizer ‘fim’. É muito importante que você não movimente os braços e a cabeça ao decorrer do experimento. Alguma dúvida? Podemos começar? ‘Já’.”.

Uma instrução diferente era dada aos voluntários para a condição de base tandem, descrita a seguir:

“Em cima da plataforma, mantendo os braços alinhados ao longo do corpo, olhando à sua frente, posicione um pé imediatamente à frente do outro. Se perder o equilíbrio, tente voltar à posição inicial o mais rápido possível, sem falar ou interromper o teste. Tente distribuir seu peso igualmente entre as duas pernas. Iremos te avisar o momento do início do teste falando a palavra ‘já’ e solicitarei que você mantenha sua posição até eu dizer ‘fim’. É muito importante que você não movimente os braços e a cabeça ao decorrer do experimento. Algumadúvida? Podemoscomeçar? ‘Já’.

4.5.3. Aquisição do Sinal Posturográfico

As oscilações do centro de pressão dos pés (CP) foram medidas através de uma plataforma de força portátil (AccuSway^{PLUS}, AMTI; Figura 3). A plataforma de força possui quatro células de carga, uma em cada extremidade, possibilitando que o registro da força possa ser realizados nos três eixos (x, y e z). Para a aquisição do sinal posturográfico foi utilizado o programa Balance Clinic (AMTI). Os sinais de força foram amostrados a 50 Hz, filtrados (passa-baixa de 5 Hz), e armazenados para posterior análise.



Figura 3: Plataforma de força. Plataforma de força portátil AccuSwayPLUS(AMTI), com formato retangular com 50cm de comprimento por 50cm de largura, e 44mm de espessura.

4.5.4. Análise do Sinal Posturográfico

O cálculo dos parâmetros posturográficos foi realizado em um programa desenvolvido em Matlab R2007b por José Magalhães de Oliveira em 2012. A área elíptica de oscilação do CP, em unidade de mm², foi calculada através da análise de componentes principais, a partir do qual pode-se calcular uma elipse que ajusta-se a 95% das amostras dos pontos de posição do CP em ambas as direções (OLIVEIRA; SIMPSON; NADAL, 1996). Das séries temporais dos deslocamentos do CP foram calculados os seguintes parâmetros: desvio-padrão, velocidade média e frequência média (DUARTE; FREITAS, 2010) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) para as bases de suporte aberta, confortável, fechada e tandem.

a) Desvio-padrão (mm) – Medida de dispersão do deslocamento do CP da posição média nas direções AP e ML em um intervalo de tempo.

b) Velocidade média (mm/s) – Corresponde à variação dos deslocamentos dos pontos do CP nas direções AP e ML em um intervalo de tempo.

c) Frequência Média (Hz) – corresponde à média das frequências das oscilações, ponderada pelas respectivas potências, nas direções AP e ML. É calculada a partir do espectro de potência dos sinais estabilométricos, utilizando-se um método não-paramétrico na estimativa da função de densidade espectral de potência através da Transformada Rápida de Fourier (FFT), com resolução de frequência de 0,016 Hz.

O método de decomposição do deslocamento do CP (Figura 4) proposto por Caron et al. (1997) também foi utilizado. Resumidamente, o sinal de centro de gravidade (CG) do corpo foi estimado através da aplicação de um filtro passa-baixa no sinal do CP (filtro Butterworth de 1^a ordem; corte em 0,5 Hz). A diferença entre a trajetória do CG e do CP foi definida como o componente CP-CG. Das séries temporais do CG e do CP-CG foram

calculados o desvio padrão, a frequência média e a velocidade média de deslocamento nas direções ML e AP.

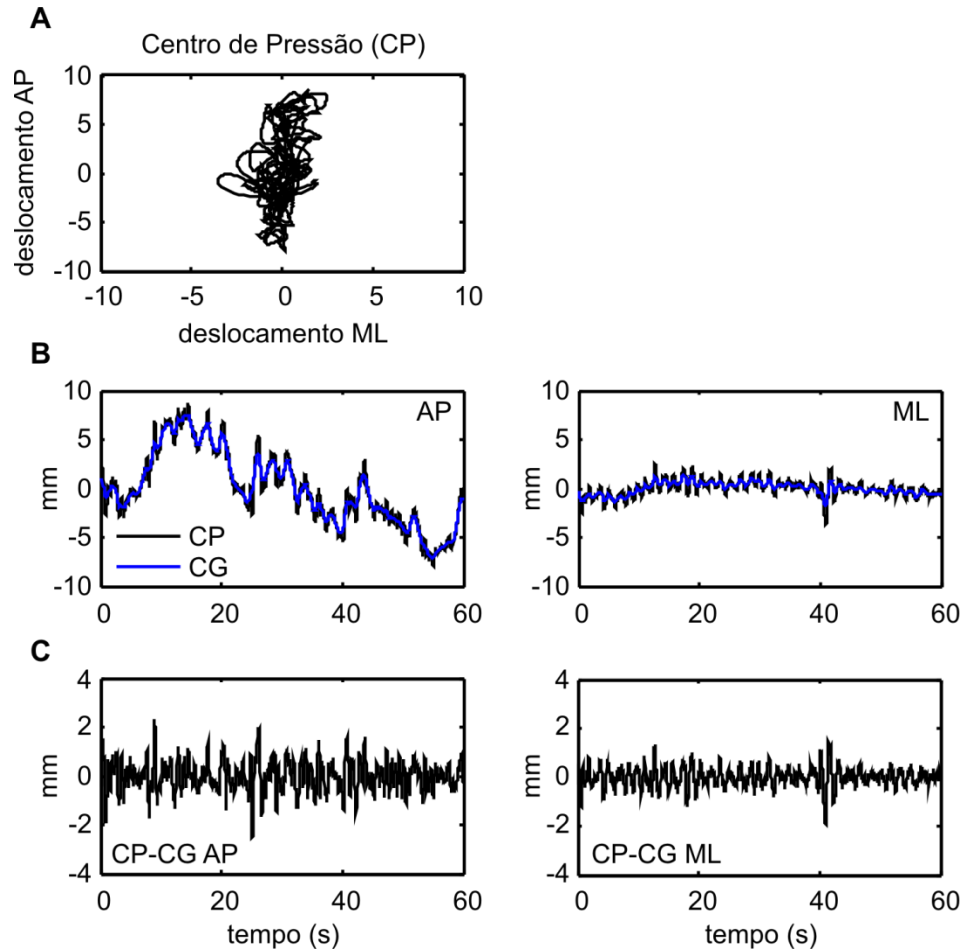


Figura 4: Decomposição do centro de pressão (CP) em centro de gravidade estimado (CG) e diferença entre o CP e o CG (CG-CP). Condição base aberta para o voluntário controle C03. (A) estacocinesiógrama do CP; (B) deslocamento do CP (linha preta) e CG (linha azul) nas direções AP (esquerda) e ML (direita); (C) “sinal de erro” CP-CG nas direções AP (esquerda) e ML (direita). AP, direção ântero-posterior; ML, direção médio lateral.

4.6. Quantificação da distribuição de peso

Através da marcação dos 6 pontos realizados no papel milimetrado para a condição base aberta (hálux, cabeça do 5^o metatarso e calcâneo, bilateralmente), pode-se calcular a área e o centro da base de suporte, inferir a posição do CP em relação a base de suporte (BS), e a partir desses dados, estimar o percentual de descarga de peso em cada membro inferior.

O programa desenvolvido em Matlab para o presente estudo utiliza os valores das coordenadas das marcações no papel milimetrado para delimitar seis figuras geométricas (2 retângulos e 4 triângulos) que constituem a figura da base de suporte (Figura 5A) e assim calcular a área da base de suporte.

Para determinar a área da base de suporte (ABS) foi realizado o cálculo da área de cada uma das figuras formadas e o somatório destas (Figura 5A). A ABS calculada foi comparada entre os grupos, uma vez que esse fator afeta de modo significativo à oscilação corporal (DAY et al., 1993; KIRBY; PRICE; MACLEOD, 1987). Um teste t para amostras independentes foi aplicado, e não houve diferença significativa entre os grupos (paciente *versus* controle, $t = -0,22$, $p=0,82$).

Obteve-se o centro de massa da base de suporte (CMBS) através do cálculo do centro de massa de cada uma das figuras geométricas geradas, seguido pelos seus somatórios (Figura 5B). O CMBS é uma importante medida utilizada para determinar a posição do CP em relação à base de suporte.

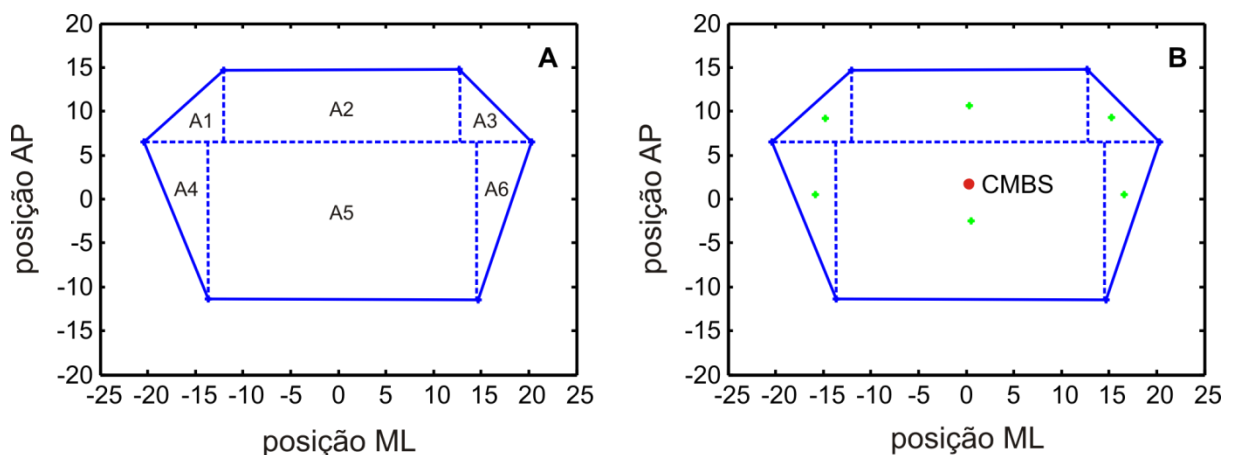


Figura 5: Cálculo da área e do centro da base de suporte. Figura geométrica formada pelo posicionamento dos pés do voluntário E11 na condição base aberta. (A) Área da base de suporte (ABS) em milímetros, resultante do somatório da área de 4 triângulos e 2 retângulos ($ABS = A1+A2+A3+A4+A5+A6$). (B) A cruz verde representa a posição do centro de massa (CM) de cada uma das Figuras geométricas formadas, e o círculo vermelho representa o centro de massa da base de suporte ($CMBS = CM1+CM2+CM3+CM4+CM5+CM6$).

Para estimar a posição médio-lateral do CP em relação à base de suporte (Pos_{CP-BS}) foram realizados os seguintes procedimentos: a posição média do CP (Pos_{CP}) foi calculada através da análise do sinal bruto adquirido pela plataforma de força.; após esse procedimento, foi mensurada a distância médio-lateral entre o CMBS e o centro da plataforma de força ($D_{CMBS-CPF}$), marcado em papel milimetrado; finalmente a posição médio-lateral do CP em relação à base de suporte (Pos_{CP-BS}) foi estimada pela diferença entre o Pos_{CP} e o $D_{CMBS-CPF}$. Dessa forma, Pos_{CP-BS} negativa representa deslocamento do CP para o lado esquerdo, Pos_{CP-BS} positiva representa deslocamento do CP para o lado direito, e Pos_{CP-BS} igual a zero indica que o CP se projetou sobre o centro da base de suporte.

Após determinar a posição do médio-lateral CP em relação à BS (Pos_{CP-BS}) foi calculado o percentual descarga de peso (%DP) para cada voluntário através da equação desenvolvida por Genthon et al. (2008). Esta equação determina que um deslocamento lateral de 10 mm do CP corresponde à um aumento de 5% do peso corporal sustentado pelo membro inferior do mesmo lado. O erro estimado com esta regressão linear foi de 0,03 (GENTHON et al., 2008). Sendo assim, a seguinte equação foi aplicada para estimar %DP de cada um dos voluntários:

$$\%DP = 0,5 * Pos_{CP-BS} + 50$$

Onde: %DP >50 indica maior distribuição de peso para o lado direito; %DP <50 indica maior distribuição de peso para o lado esquerdo; e %DP = 50 indica uma igual distribuição de peso para ambos os membros inferiores.

4.7. Análise estatística

Com o intuito de verificar diferenças existentes entre o grupo de pacientes e grupo controle para os dados antropométricos, foi rodado um teste t para amostras independentes.

Para observar se os grupos (pacientes x controles) diferiram quanto ao desempenho na Escala de Equilíbrio de Berg e nas pontuações das escalas subjetivas (Escala Subjetiva de Preocupação com Quedas, Escala Subjetiva de Dificuldade da Tarefa e Escala Subjetiva de Medo de Quedas) foi aplicado o teste não-paramétrico U de Mann-Whitney para cada uma destas avaliações.

O teste de quiquadrado (χ^2) foi realizado para a comparação dos números de toques na base unipodal direita e unipodal esquerda entre o número de indivíduos que tocaram a plataforma no grupo de pacientes e no grupo controle.

Foi conduzido o teste quiquadrado (χ^2) para a avaliação do percentual descarga de peso (%DP) entre o grupo de pacientes com LPB e grupo controle. Foi analisado o número de pacientes com distribuição de peso do lado homolateral e contralateral à lesão, sendo esses valores comparados com o número de indivíduos controles com distribuição de peso do lado dominante e não dominante. Os indivíduos que apresentaram distribuição simétrica do peso corporal foram agrupados aos que realizaram maior distribuição de peso para o lado não lesionado e para o lado dominante, do grupo de pacientes e do grupo controle, respectivamente.

Os dados posturográficos foram analisados através do teste não paramétrico U de Mann-Whitney comparando os grupos de pacientes e controle para cada uma das bases de suporte. O programa Statistica7 foi utilizado para a análise estatística dos dados e o nível de significância (α) adotado foi de 0,05.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

Do total de 16 pacientes com lesão do plexo braquial (LPB) avaliados, 5 foram excluídos da amostra por não se enquadrarem nos critérios pré-estabelecidos (2 com idade superior a 40 anos, 1 que apresentou traumatismo cranioencefálico associado, 1 por atingir pontuação abaixo de 24 no Mini Exame do Estado Mental e o outro que, além de possuir idade superior a 40 anos, também teve diagnosticada a síndrome medular de Brown-Sequard associada), permanecendo 11 pacientes com LPB na amostra.

As características clínicas dos pacientes incluídos na amostra são apresentadas na Tabela 1. O tempo de lesão até a data do experimento variou entre 2 meses e 4 anos e 11 meses. Dos 11 pacientes, 5 apresentaram lesão completa do plexo braquial, e 6 foram acometidos de lesão parcial. Oito pacientes foram submetidos à cirurgia de reconstrução do plexo braquial, sendo o procedimento utilizado também descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Informações pessoais, clínicas e procedimento cirúrgico realizado

P	Sexo	Idade	Lateralidade	Tempo desde a lesão	Lado da lesão	LPB: Raízes Envolvidas	Cirurgia realizada	Tempo entre a lesão e cirurgia
P01	Masculino	30	Canhoto	2 meses	Esquerdo	C5-C8, T1	Nenhuma	-
P02	Feminino	23	Destro	2 meses	Esquerdo	C5-C6	Nenhuma	-
P03	Masculino	21	Destro	13 meses	Esquerdo	C5-C8, T1	Nenhuma	-
P04	Feminino	26	Destro	20 meses	Direito	C5-C7	Enxerto nervoso e transferência nervosa	9 meses
P05	Masculino	32	Destro	59 meses	Esquerdo	C5-C8, T1	Transferência nervosa	6 meses/8 meses
P06	Masculino	21	Destro	14 meses	Direito	C5-C8, T1	Enxertonervosa	10 meses
P07	Feminino	35	Destro	19 meses	Esquerdo	C5-C8, T1	Transferência nervosa	8 meses
P08	Feminino	34	Destro	53 meses	Direito	C5-C7	Transferência nervosa	4 meses
P09	Masculino	34	Destro	7 meses	Direito	C5-C7	Transferência nervosa	7 meses
P10	Masculino	20	Destro	11 meses	Esquerdo	C5-C6	Transferência nervosa	2 meses
P11	Masculino	35	Canhoto	55 meses	Direito	C5-C6	Transferência nervosa	2 meses

Nota: Lateralidade determinada através do Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1974); P, paciente; LPB, lesão do plexo braquial.

A Tabela 2 apresenta as características físicas dos indivíduos utilizados na amostra. O resultado não revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhuma destas características avaliadas: idade ($t = 0,11$; $p = 0,91$), estatura ($t = -0,13$; $p = 0,90$), massa corporal ($t = -0,84$; $p = 0,41$) e IMC ($t = -0,71$; $p = 0,49$).

Tabela 2:Características da amostra (média \pm desvio-padrão)

Grupos	Idade (anos)	Altura (m)	Massa (kg)	IMC
Pacientes (n=11)	28,3 \pm 6,17	1,71 \pm 0,09	70,7 \pm 8,84	24,0 \pm 3,42
Controles (n=11)	28,0 \pm 5,62	1,72 \pm 0,11	73,7 \pm 8,17	25,1 \pm 2,37

5.2. Examefísico

As informações individuais referentes ao exame físico encontram-se na tabela 3:

Tabela 3: Informações referentes ao exame físico dos pacientes avaliados

Paci- entes	Sensibilidade superficial tátil					Propriocepção		Força muscular (MRC)					Reflexo		Tônus muscular		
	C4	C5	C6	C7	C8	T1	Polegar	Cotovelo	C5	C6	C7	C8	T1	Bicipital	Tricipital	Cotovelo	Punho
P01	Normal	Hipoestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Hipoestesia	Ausente	Ausente	0	0	0	0	0	Arreflexia	Arreflexia	Hipotonia	Hipotonia
P02	Hipoestesia	Normal	Anestesia	Normal	Hipoestesia	Hipoestesia	Presente	Presente	2	4	2	5	5	Normal	Normal	Normal	Normal
P03	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Hipoestesia	Hipoestesia	Ausente	Ausente	0	0	0	0	0	Arreflexia	Hiporreflexia	Hipotonia	Hipotonia
P04	Hipoestesia	Anestesia	Hipoestesia	Hipoestesia	Normal	Normal	Presente	Presente	2	0	3	5	5	Arreflexia	Arreflexia	Normal	Normal
P05	Hipoestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Ausente	Ausente	0	0	0	0	0	Arreflexia	Arreflexia	Hipotonia	Hipotonia
P06	Hipoestesia	Hipoestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Hipoestesia	Ausente	Presente	1	0	2	0	0	Arreflexia	Arreflexia	Normal	Hipotonia
P07	Hipoestesia	Hipoestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Anestesia	Ausente	Ausente	0	0	0	0	0	Arreflexia	Arreflexia	Hipotonia	Hipotonia
P08	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Ausente	Presente	0	1	0	5	5	Hiporreflexia	Hiporreflexia	Hipotonia	Hipotonia
P09	Hipoestesia	Normal	Anestesia	Normal	Normal	Normal	Ausente	Presente	1	1	1	5	5	Arreflexia	Arreflexia	Normal	Normal
P10	Normal	Hipoestesia	Hipoestesia	Hipoestesia	Normal	Normal	Presente	Presente	0	5	0	5	5	Normal	Normal	Normal	Normal
P11	Hipoestesia	Hipoestesia	Hipoestesia	Hipoestesia	Normal	Normal	Presente	Presente	0	1	4	5	3	Arreflexia	Normal	Normal	Normal

Dos resultados apresentados, verifica-se que nenhum dos pacientes exibiu grau de força muscular igual ou maior a 3 nos flexores de cotovelo (C5), considerados como um dos principais grupamentos musculares responsável pela funcionalidade do membro superior.

Em relação à avaliação de sensibilidade superficial tátil foi observado que a maioria dos pacientes apresentou alguma alteração, com exceção do paciente P08. Todos os pacientes com LPB completa (n = 5) relataram anestesia em pelo menos 3 dos 6 dermatômos testados, enquanto apenas 2 pacientes com LPB parcial (n = 6) relataram anestesia em 1 dos 6 dermatômos avaliados.

O exame físico não detectou alterações de sensibilidade, força e tônus muscular nos membros inferiores e no membro superior não lesionado dos pacientes, assim como não foram observados os sinais de Babinski e Hoffman, descartando a possibilidade de outras formas de acometimento do sistema nervoso.

Em relação à avaliação de sensibilidade subjetiva os resultados mostraram maior prevalência da sensação de choque (9/11) e formigamento (8/11), seguida pela sensação de coceira e frio (4/11), e sensações mais raras de peso (2/11), queimação (2/11), pontada (2/11), calor (1/11) e aperto (1/11). Em relação à avaliação de sensação de dor que poderia variar de 0 (nenhuma dor) a 10 (dor insuportável) os pacientes apresentaram grande variabilidade: 3 pacientes relataram ausência de dor (grau 0), num escore de 1 a 5 apenas 1 paciente relatou, num escore de 6 a 9 a maioria dos pacientes relataram (8/11) e apenas 1 paciente relatou sentir uma dor insuportável (grau 10).

5.3. Avaliação do equilíbrio

Os dados referentes à avaliação do equilíbrio encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4: Avaliações do equilíbrio. Dados da Escala de Equilíbrio de Berg são apresentados como mediana (1^o -3^o quartil). Resultados da análise estatística são apresentados como valor da distribuição correspondente (z ou χ^2) e p-valor.

	Grupo de Pacientes	Grupo Controle	Valor Estatístico	P
Escala de Equilíbrio de Berg (0 - 56)	54 (54 – 56)	56 (56 – 56)	$z = -2,13$	0,03*
Toque na plataforma				
Sim	6	3	$\chi^2 = 4,1$	0,04*
Não	5	8		
Descarga de peso				
<i>lesão/não-dominante</i>	8	4	$\chi^2 = 6,3$	0,01*
<i>não-lesionado/dominante/simétrico</i>	3	7		

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Como esperado, houve diferença significativa entre grupos para o desempenho na Escala de Equilíbrio de Berg, sendo que os pacientes obtiveram menor pontuação na escala.

Na avaliação de equilíbrio na posição unipodal (quantificação de toques), houve diferença significativa entre os grupos, do qual mais indivíduos do grupo de pacientes com LPB tocaram a plataforma em relação à quantidade de indivíduos do grupo controle.

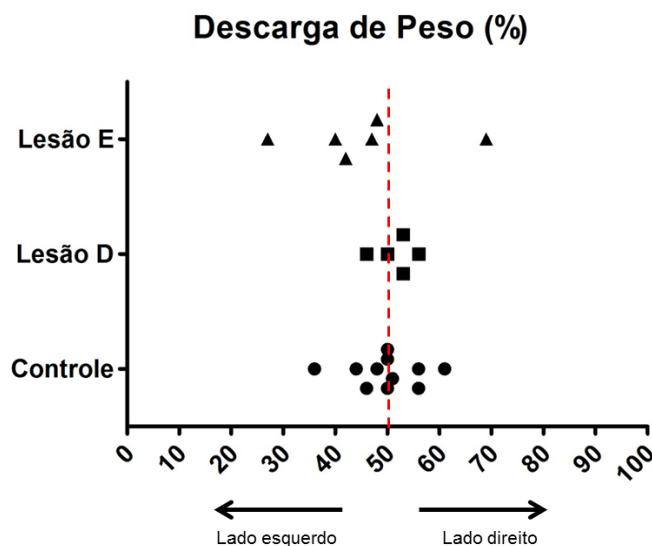


Figura 6: Descarga de peso corporal. Os dados do percentual do peso corporal sobre o membro inferior direito são mostrados para cada grupo: controle (bola), pacientes com lesão a direita (quadrado) e pacientes com lesão a esquerda (triângulo). Valores abaixo de 50% indicam maior descarga de peso para o lado esquerdo, acima de 50% indicam maior descarga de peso para o lado direito e igual a 50% (linha pontilhada vermelha) indicam mesma descarga de peso entre os membros inferiores.

Como o percentual de descarga de peso (%DP) estimado entre os indivíduos mostra uma variabilidade acentuada, decidimos investigar a sua distribuição em relação ao lado da LPB. A Figura 6 mostra o %DP individual para os pacientes com LPB do lado esquerdo, pacientes com LPB do lado direito e o grupo controle. A partir desta distribuição pode ser observado que a partir de todas as amostras de pacientes ($n = 11$), 8 indivíduos (73%) suportam a descarga de peso no mesmo lado da lesão (5 com LPB a esquerda e 3 com LPB a direita), 2 pacientes suportam a descarga de peso no lado contralateral a lesão (1 com LPB a esquerda e 1 com LPB a direita) e 1 paciente apresenta distribuição da descarga de peso corporal simétrica (%DP=50). Por outro lado, 4 dos sujeitos controles suportam sua DP para o mesmo lado do braço não-dominante (definido pelo Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo), 4 sobre o lado dominante e 3 apresentaram o % DP = 50. A distribuição do %DP no lado do membro superior lesionado/não lesionado ou não dominante/dominante e simétrico mostrou diferença significativa entre os grupos (Tabela 4).

Tabela 5: Avaliações subjetivas referentes ao equilíbrio. Dados apresentados como mediana, 1^o e 3^o quartil entre parênteses e valor estatístico.

	Condições	Grupo de Pacientes	Grupo Controle	Z	P
Escala Subjetiva de Preocupação com Quedas (0 - 10)		6 (5 - 9)	4 (1 - 8)	0,93	0,35
Escala Subjetiva de Dificuldade da Tarefa (0 - 10)	BC	0 (0 - 2)	1 (0 - 2)	-1,41	0,10
	BA	0 (0 - 4)	2 (0 - 3)	-0,24	0,81
	BF	2 (0 - 4)	3 (2 - 4)	-0,57	0,57
	BT	3 (2 - 7)	4 (2 - 6)	-0,23	0,81
	UD	7 (5 - 6)	6 (5 - 6)	0,87	0,38
	UE	7 (5 - 7)	6 (5 - 7)	0,84	0,40
Escala Subjetiva de Medo de Quedas (0 - 10)	BC	0 (0 - 3)	0 (0 - 2)	0,04	0,97
	BA	0 (0 - 0)	0 (0 - 1)	-0,22	0,82
	BF	1 (0 - 2)	0 (0 - 3)	0,03	0,97
	BT	3 (0 - 8)	0 (0 - 3)	1,18	0,24
	UD	5 (1 - 6)	2 (1 - 5)	0,74	0,46
	UE	5 (3 - 10)	2 (1 - 5)	1,85	0,06

Abreviações: BA, Base Aberta, BC, Base Confortável; BF, Base Fechada; BT, Base Tandem; UD, Base Unipodal Direita; UE, Base Unipodal Esquerda. *Diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Não houve diferença significativa entre os grupos para a pontuação na escala subjetiva de preocupação com quedas, assim como não houve diferença entre os grupos para as escalas subjetivas de medo de quedas e dificuldade da tarefa para nenhuma das bases de suporte adotadas (Tabela 5).

5.4. Posturografia

As medidas posturográficas encontram-se listadas abaixo (Tabela 6, medidas do CP; Tabela 7, medidas do CG; Tabela 8, medidas da diferença CP-CG).

Tabela 6: Medidas posturográficas referentes ao centro de pressão (CP). Dados apresentados como mediana, 1^o e 3^o quartil entre parênteses e valor estatístico

CP		GP	GC	p
Base Aberta				
Área (mm ²)		70,80 (41,21 - 172,2)	96,08 (46,12 - 131,5)	0,53
DP (mm)	AP	3,70 (3,12 - 5,52)	4,03 (3,56 - 4,31)	0,62
	ML	1,21 (0,86 - 1,86)	1,87 (0,85 - 2,19)	0,37
VM (mm/s)	AP	7,20 (6,48 - 7,90)	6,30 (6,05 - 6,69)	*0,03
	ML	5,18 (4,70 - 5,70)	4,85 (4,51 - 5,75)	0,53
FM (Hz)	AP	0,15 (0,11 - 0,20)	0,11 (0,09 - 0,14)	0,12
	ML	0,26 (0,20 - 0,37)	0,15 (0,07 - 0,39)	0,22
Base Confortável				
Área (mm ²)		131,30 (67,53 - 213,70)	97,15 (59,00 - 163,2)	0,53
DP (mm)	AP	4,75 (3,34 - 5,86)	4,25 (3,52 - 5,31)	0,57
	ML	1,76 (1,45 - 3,41)	1,51 (1,31 - 2,12)	0,29
VM (mm/s)	AP	7,67 (6,98 - 8,18)	6,60 (6,19 - 7,04)	*0,02
	ML	5,64 (5,14 - 6,50)	4,79 (4,55 - 5,34)	0,06
FM (Hz)	AP	0,12 (0,08 - 0,21)	0,11 (0,10 - 0,15)	0,79
	ML	0,19 (0,12 - 0,27)	0,14 (0,12 - 0,25)	0,64
Base Fechada				
Área (mm ²)		398,30 (235,90 - 634,60)	397,20 (345,20 - 510,70)	0,82
DP (mm)	AP	4,99 (3,82 - 6,27)	5,45 (4,08 - 6,12)	0,82
	ML	5,69 (4,23 - 7,33)	5,24 (3,57 - 6,84)	0,41
VM (mm/s)	AP	9,34 (7,32 - 9,94)	8,17 (7,40 - 9,14)	0,22
	ML	9,55 (8,20 - 10,35)	9,32 (7,88 - 10,35)	0,87
FM (Hz)	AP	0,18 (0,09 - 0,24)	0,11 (0,10 - 0,19)	0,49
	ML	0,14 (0,07 - 0,25)	0,19 (0,15 - 0,26)	0,34
Base Tandem				
Área (mm ²)		784,14 (414,11 - 1206,2)	539,52 (450,32 - 1092,0)	0,77
DP (mm)	AP	6,28 (4,45 - 10,26)	6,43 (5,45 - 9,57)	0,77
	ML	7,22 (5,75 - 8,29)	6,58 (5,97 - 7,93)	0,37
VM (mm/s)	AP	20,72 (17,04 - 24,98)	15,72 (14,37 - 20,06)	0,09
	ML	20,20 (17,16 - 24,74)	16,75 (16,03 - 22,80)	0,08
FM (Hz)	AP	0,25 (0,16 - 0,27)	0,16 (0,11 - 0,20)	*0,04
	ML	0,34 (0,26 - 0,46)	0,27 (0,23 - 0,35)	0,16

Área, área elíptica de oscilação; DP, desvio padrão; VM, velocidade média; FM, frequência média; AP, anteroposterior; ML, médio-lateral; CP, centro de pressão; GP, grupo de pacientes; GC, grupo controle.
*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tabela 7:Medidas posturográficas referentes ao centro de gravidade (CG). Dados apresentados como mediana, 1^o e 3^o quartil entre parênteses e valor estatístico

CG		GP	GC	p
Base Aberta				
DP (mm)	AP	3,48 (2,62 - 4,22)	3,79 (3,28 - 4,13)	0,45
	ML	1,07 (0,72 - 1,32)	1,61 (0,61 - 2,14)	0,41
VM (mm/s)	AP	2,01 (1,76 - 2,51)	1,91 (1,65 - 2,15)	0,41
	ML	0,75 (0,58 - 1,24)	0,94 (0,61 - 0,96)	0,87
FM (Hz)	AP	0,08 (0,06 - 0,11)	0,07 (0,05 - 0,08)	0,37
	ML	0,14 (0,10 - 0,15)	0,09 (0,05 - 0,13)	0,09
Base Confortável				
DP (mm)	AP	4,51 (2,82 - 5,55)	3,95 (3,37 - 5,11)	0,62
	ML	1,61 (1,11 - 3,02)	1,39 (1,24 - 1,77)	0,60
VM (mm/s)	AP	2,34 (1,98 - 2,76)	2,06 (1,59 - 2,45)	0,29
	ML	1,10 (0,87 - 1,99)	0,86 (0,62 - 1,27)	0,18
FM (Hz)	AP	0,08 (0,04 - 0,12)	0,07 (0,05 - 0,10)	0,94
	ML	0,09 (0,06 - 0, 12)	0,08 (0,05 - 0,12)	0,83
Base Fechada				
DP (mm)	AP	4,45 (3,23 - 5,87)	5,06 (3,93 - 5,80)	0,67
	ML	4,98 (3,76 - 6,99)	4,33 (3,10 - 6,23)	0,45
VM (mm/s)	AP	2,68 (2,30 - 3,27)	2,68 (2,36 - 2,81)	0,77
	ML	3,00 (2,65 - 4,02)	3,28 (2,42 - 3,89)	0,87
FM (Hz)	AP	0,08 (0,06 - 0,12)	0,08 (0,06 - 0,10)	0,45
	ML	0,08 (0,04 - 0,15)	0,09 (0,08 - 0,12)	0,62
Base Tandem				
DP (mm)	AP	5,76 (4,11 - 9,47)	5,90 (4,84 - 8,49)	0,58
	ML	5,38 (4,89 - 6,89)	5,55 (5,16 - 6,67)	0,77
VM (mm/s)	AP	3,59 (2,59 - 4,97)	3,07 (2,31 - 4,49)	0,41
	ML	5,84 (4,65 - 6,54)	4,75 (4,54 - 5,62)	0,05
FM (Hz)	AP	0,08 (0,06 - 0,12)	0,07 (0,05 - 0,09)	0,49
	ML	0,15 (0,12 - 0,19)	0,11 (0,09 - 0,13)	0,06

DP, desvio padrão; VM, velocidade média; FM, frequência média; AP, anteroposterior; ML, médio-lateral; CG, centro de gravidade; GP, grupo de pacientes; GC, grupo controle.

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tabela 8: Medidas posturográficas referentes ao “sinal de erro” (CP-CG). Dados apresentados como mediana, 1^o e 3^o quartil entre parênteses e valor estatístico

CP-CG		GP	GC	p
Base Aberta				
DP (mm)	AP	0,82 (0,74 - 0,96)	0,68 (0,63 - 0,73)	*0,007
	ML	0,38 (0,35 - 0,59)	0,37 (0,34 - 0,50)	0,53
VM (mm/s)	AP	5,50 (5,0 - 6,38)	5,37 (4,76 - 5,57)	0,07
	ML	5,10 (4,60 - 5,63)	4,80 (4,55 - 5,44)	0,62
FM (Hz)	AP	0,79 (0,74 - 0,81)	0,72 (0,66 - 0,80)	0,25
	ML	0,75 (0,74 - 0,88)	0,75 (0,58 - 0,83)	0,49
Base Confortável				
DP (mm)	AP	0,88 (0,80 - 1,02)	0,73 (0,65 - 0,86)	*0,02
	ML	0,54 (0,33 - 0,80)	0,36 (0,26 - 0,46)	0,12
VM (mm/s)	AP	5,73 (5,30 - 6,58)	6,59 (6,07 - 7,18)	*0,03
	ML	5,39 (4,91 - 5,87)	4,69 (4,35 - 5,28)	0,06
FM (Hz)	AP	0,78 (0,74 - 0,81)	0,73 (0,62 - 0,76)	0,10
	ML	0,77 (0,65 - 0,83)	0,70 (0,58 - 0,80)	0,26
Base Fechada				
DP (mm)	AP	1,19 (0,98 - 1,32)	1,12 (0,85 - 1,19)	0,20
	ML	1,34 (1,16 - 1,51)	1,23 (1,11 - 1,58)	0,92
VM (mm/s)	AP	6,97 (6,25 - 7,52)	7,73 (6,15 - 8,50)	0,28
	ML	7,32 (6,85 - 8,47)	7,83 (6,72 - 8,20)	0,92
FM (Hz)	AP	0,78 (0,73 - 0,82)	0,77 (0,70 - 0,81)	0,53
	ML	0,73 (0,69 - 0,80)	0,77 (0,70 - 0,80)	0,67
Base Tandem				
DP (mm)	AP	2,21 (1,88 - 2,99)	1,77 (1,23 - 2,17)	*0,04
	ML	2,69 (2,26 - 3,44)	2,29 (2,0 - 2,71)	0,08
VM (mm/s)	AP	17,86 (15,48 - 22,66)	14,27 (13,61 - 17,80)	0,09
	ML	17,49 (13,73 - 20,19)	14,54 (13,39 - 19,41)	0,20
FM (Hz)	AP	1,0 (0,98 - 1,09)	0,99 (0,96 - 1,04)	0,27
	ML	0,90 (0,84 - 0,95)	0,89 (0,86 - 0,97)	0,92

DP, desvio padrão; VM, velocidade média; FM, frequência média; AP, anteroposterior; ML, médio-lateral; CP-CG, sinal de “erro”, diferença entre CP e CG; GP, grupo de pacientes; GC, grupo controle. *Diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para os parâmetros área de oscilação e desvio padrão do CP em nenhuma das bases de suporte testada (Tabela 6).

Para o parâmetro frequência média do CP foi encontrada diferença estatística na direção ântero-posterior para a base tandem (Figura 7a), apresentando maiores valores o grupo de pacientes. As demais bases de suporte não diferiram estatisticamente. Para a direção médio-lateral não foram encontradas diferenças para nenhuma das bases de suporte avaliadas (Tabela 6).

Em relação ao parâmetro velocidade média de oscilação do CP na direção ântero-posterior, foram encontradas diferenças significativas para a base aberta (Figura 7b) e para a base confortável (Figura 7c), em ambas o grupo de pacientes obteve maiores valores, no entanto as outras bases de suporte não diferiram estatisticamente. Não houve diferença estatística em relação à direção médio-lateral (Tabela 6).

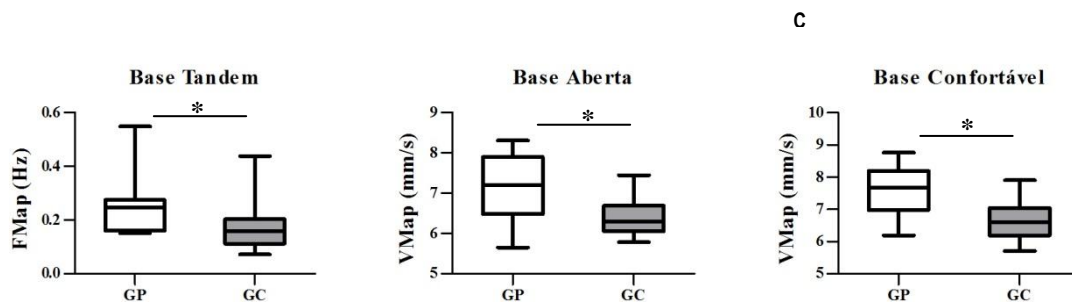


Figura 7. Parâmetros de deslocamento do CP. (A) frequência média AP para a base tandem; (B) velocidade média AP para base aberta; (C) velocidade média AP para base confortável. GP, grupo de pacientes; GC, grupo controle. Dados estão apresentados em forma de boxplots, que representam os valores de medianas, 1^o e 3^o quartis e valores extremos. *p<0,05.

Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhum parâmetro do componente CG (Tabela 7).

Houve diferença estatística entre os grupos para o parâmetro desvio padrão do CP-CG na direção anteroposterior para as bases aberta (Figura 8a), confortável (Figura 8b) e tandem

(Figura 8c; ver Tabela 8), o grupo de pacientes apresentou maiores valores do que o grupo controle, entretanto para a condição base fechada este efeito não foi observado. Em relação ao mesmo parâmetro para a direção médio-lateral não foi encontrada diferença estatística pra nenhuma das bases de suporte.

Não houve diferença estatística entre os grupos para o parâmetro frequência média do CP-CG tanto para a direção anteroposterior quanto para a direção médio-lateral.

Para o parâmetro velocidade média do CP-CG foi encontra diferença entre os grupos apenas para a base confortável na direção anteroposterior (Figura 8d). As demais bases nesta direção, bem como para a direção médio-lateral, não diferiram entre o grupo de pacientes com LPB e grupo controle.

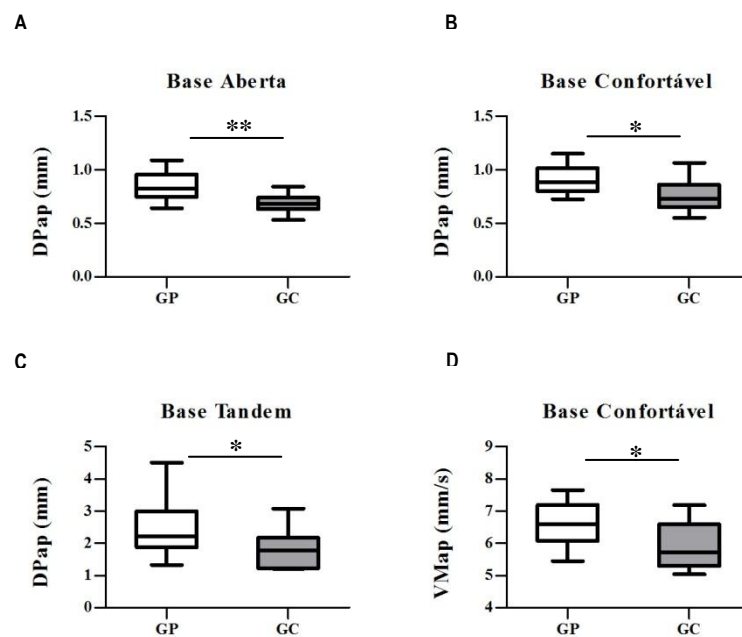


Figura 8: Parâmetros de deslocamento do CP-CG. (A) desvio padrão AP para a base aberta; (B) desvio padrão AP para a base confortável; (C) desvio padrão AP para a base tandem; (D) velocidade média AP para a base confortável. Dados estão apresentados em forma de boxplots, que representam os valores de medianas, 1° e 3° quartis e valores extremos. * $p < 0,05$. ** $p < 0,01$.

6. DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudos foram que os pacientes apresentaram (I) pior desempenho na Escala de Equilíbrio de Berg; (II) maior instabilidade postural na posição unipodal; (III) distribuição de peso assimétrico, com maior descarga de peso para o lado afetado (IV) diferenças nos parâmetros posturográficos na direção anteroposterior (AP). Apesar dessas alterações, nenhum dos pacientes reportou níveis de preocupação ou medo de quedas, ou dificuldade de realizar as tarefas, diferentes do grupo controle.

6.1. Indicadores de déficit de equilíbrio e risco de quedas

Este estudo evidenciou que pacientes com LPB possuem maior déficit de equilíbrio dinâmico quando comparados ao grupo controle por apresentarem menor pontuação na Escala de Equilíbrio de Berg (EEB). Uma pontuação similar (média 54,7 pontos) foi encontrada em um grupo de idosos praticantes de atividade física (SANTOS et al, 2011).

Além da avaliação de equilíbrio, SHUMWAY-COOK et al., (1997) encontraram uma relação não linear entre pontuação da EEB e risco de quedas (10 - 100%). Portanto, na amplitude de 56 a 54, cada ponto a menos é associado a um aumento de 3 a 4% no risco de quedas, sendo assim a pontuação obtida pode estar indicando um aumento do risco de quedas para o grupo de pacientes em até 8% em relação ao grupo controle.

A base unipodal (direita e esquerda) representou a tarefa postural de maior dificuldade testada para ambos os grupos – segundo a pontuação na Escala Subjetiva de Dificuldade da Tarefa – uma vez nesta condição com a base reduzida, aumenta a probabilidade do CM ser deslocado para fora dela, aumentando dessa forma o nível de instabilidade postural. TROPP e ODENRICK (1988) investigaram o controle postural em atletas (jogadores de futebol), com e sem instabilidade funcional do tornozelo, na posição unipodal através do registro do CP com

uso da plataforma de força, e do registro cinemático do tronco, quadril e tornozelo. Os resultados mostraram que existem padrões diferentes para manutenção do equilíbrio na posição unipodal. O tornozelo tem um papel central para correções posturais. Entretanto, quando o corpo está em desequilíbrio, há um aumento das correções dos segmentos superiores (TROPP; ODENRICK, 1988).

O grupo de pacientes com LPB obteve maior desequilíbrio nesta postura, uma vez que realizaram maior quantidade de toques sobre a plataforma, demonstrando que o comprometimento do membro superior prejudica o equilíbrio destes indivíduos. Segundo STEL et al., (2003), há uma relação entre o déficit de equilíbrio estático e o número de quedas sofridas, então, quanto menor a capacidade de se manter em equilíbrio parado, maior a probabilidade de sofrer uma queda.

6.2. Assimetria da descarga de peso

Nosso trabalho indicou também que pacientes com lesão do plexo braquial (LPB) apresentam assimetria de descarga de peso, distribuindo maior peso para o mesmo lado da lesão. Sugerindo que alterações posturais não modificam somente o segmento diretamente afetado, mas também a estrutura corporal como um todo, uma vez que a relação entre os segmentos pode ser afetada. Alguns estudos já mostrando a presença da assimetria de descarga de peso em outras patologias como, por exemplo, no Acidente Vascular Cerebral (AVC), cuja disfunção motora mais evidente é a hemiparesia. Na hemiparesia, como o próprio nome já diz, há um comprometimento motor importante do membro superior, do membro inferior e perda importante da atividade seletiva nos músculos que controlam o tronco. Neste caso, o comprometimento mais evidente é a tendência em manter-se em uma posição de assimetria postural, com distribuição de peso alterada sobre o hemicorpo parético.

Essa assimetria e a dificuldade em transferir o peso para o lado afetado interferem na capacidade de manter o controle postural, impedindo a orientação e estabilidade para realizar movimentos com o tronco e membros, podendo ocasionar quedas (GOMES et al, 2006). TRINDADE et al (2011) mostraram que os pacientes pós-AVC possuem além de menor simetria e dificuldade nas transferências de peso na postura em pé, também exibem menor desempenho no equilíbrio, marcha e função motora, e que estes resultados podem estar correlacionados, uma vez que os dados se mostraram pareados.

Entretanto, é importante ressaltar que são patologias que comprometem diferentes níveis do sistema nervoso, central (AVC) e o outro periférico (LPB); e no AVC há também o comprometimento associado do membro inferior. Este é o primeiro trabalho que demonstra que pacientes com LPB exibem assimetria de descarga de peso, e, portanto, o mecanismo compensatório realizado por estes indivíduos para manutenção do controle postural ainda é desconhecido. Sugerimos que novos trabalhos sejam realizados com medidas que computem possíveis assimetrias posturais e registros cinemáticos que revelem qual mecanismo compensatório utilizado pelos pacientes com LPB para manutenção do equilíbrio.

6.3. Alterações posturográficas e suas relações

O fato do grupo de pacientes com LPB apresentar um comportamento semelhante ao grupo controle em relação à área de oscilação corporal e, no entanto, exibir aumento para alguns parâmetros estabilométricos do CP e do CP-CG para direção anteroposterior (AP), reflete que eles são capazes de compensar a ausência/déficit do controle motor do membro superior lesionado para manutenção do equilíbrio nas posturas adotadas. Estes resultados sugerem que diferentes estratégias são adotadas para compensar o comprometimento do

membro superior na manutenção do equilíbrio inclusive nas posturas com menor grau de dificuldade, comumente adotadas.

Embora não tenham sido observadas diferenças para o desvio padrão do CP, foram observadas diferenças do desvio-padrão no “sinal de erro” (CP-CG) para maioria das bases de suporte adotadas entre os grupos. O modelo de pêndulo invertido prediz que esse “sinal de erro” reflete a relação entre a variável controlada (CG) e a variável de controle (CP) (GAGE et al., 2004; WINTER et al., 1998). A amplitude CP-CG é proporcional à aceleração horizontal do CM durante a postura ortostática e fornece uma estimativa da eficiência do controle postural (BENVENUTI et al., 1999; WINTER, 1995). O sinal CP-CG é, de fato, mais sensível a mudanças no controle postural relacionados à idade e déficits neurológicos do que a medida do CP ou do CG (CORRIVEAU et al., 2001; MASANI et al., 2007; YU et al., 2008). Em estudos de controle postural, pacientes pós-AVC mostraram um significativo aumento da oscilação postural e assimetria de sustentação de peso (MARIGOLD; ENG, 2006; SACKLEY, 1991). YU et al. (2008) avaliaram a aceleração do centro de massa e o “sinal de erro” (CP-CG) em pacientes pós AVC, idosos saudáveis e jovens saudáveis. Cada voluntário era orientado a manter a postura ortostática sobre uma plataforma de força com os olhos abertos. Os resultados mostraram que as variáveis, aceleração do centro de massa e desvio padrão do CP-CG, foram maiores no grupo de indivíduos pós-AVC do que nos grupos de indivíduos saudáveis (idosos e jovens) na direção médio-lateral. As mesmas variáveis para direção anteroposterior (AP) foram maiores no grupo pós-AVC e no grupo de idosos do que no grupo de jovens.

Assim como nos trabalhos mencionados, também observamos que o desvio padrão do CP-CG também mostrou ser uma medida sensível às mudanças no controle postural para o grupo de pacientes com LPB, uma vez que encontrava-se aumentado para maioria das bases de suporte testadas. Entretanto, não foram encontradas diferenças entre os grupos (pacientes

com LPB versus Controle) para a direção ML, o que também não foi observado para o grupo de idosos testados por YU et al. (2008), o que sugere que alterações nesse plano se tornariam mais proeminentes frente a déficits posturais mais graves.

Maiores valores do CP foram encontrados para velocidade média do CP na base aberta, velocidade média do CP na base confortável, velocidade média do CP-CG na base confortável para o grupo de pacientes com LPB. Medidas relacionadas com velocidade são melhores indicativos de redução de estabilidade do que a medida de deslocamento, já demonstradas em neuropatias periféricas e em idosos, indicando o déficit do sistema musculoesquelético para manutenção da postura (MAURER; PETERKA, 2004). Do mesmo modo, nosso trabalho demonstra que estas medidas foram sensíveis para detectar a influência do membro superior para o equilíbrio corporal.

Dentre as posturas adotadas sobre a plataforma de força a base tandem foi à que gerou maior pontuação na Escala Subjetiva do Medo de Quedas para ambos os grupos, principalmente para o grupo de pacientes com LPB. DAVIS et al. (2009) mostraram um aumento de frequência e desvio-padrão dos deslocamentos do CP na direção anteroposterior relacionado ao medo de quedas. No atual estudo também observamos aumento do parâmetro frequência média do CP na base tandem para o grupo de pacientes com LPB, que poderia estar sofrendo influência pelo medo de quedas nesta tarefa.

Já as modificações no deslocamento do CG são associadas a mudanças na configuração e no deslocamento dos segmentos corporais (HORAK; MACPHERSON, 1996); sendo assim, a ocorrência de oscilações do CG seria indicativa de que o padrão de alinhamento corporal foi alterado durante as tarefas posturais. Contudo, os grupos não diferiram estatisticamente em nenhum dos parâmetros avaliados do CG, o que demonstrou que esses indivíduos conseguem manter a projeção do CG dentro do seu limite de estabilidade para as tarefas posturais, mesmo com o CP deslocado para o mesmo lado da lesão.

6.4. Influência do membro superior para manutenção do equilíbrio

Em suma, nossos resultados apontam que pacientes com LPB apresentam maior desequilíbrio postural e risco de quedas em relação ao grupo controle, e se utilizam de outras estratégias para manutenção do equilíbrio postural. Esses resultados não foram atribuídos à diferença de idade e fatores antropométricos entre os grupos, uma vez que podem influenciar no mecanismo do controle postural (CHIARI; ROCCHI; CAPPELLO, 2002). Portanto, como o membro superior contribui para o mecanismo de equilíbrio postural?

Alguns estudos exaltam a importância da função da cintura escapular para o adequado controle postural em adultos, porém nenhum deles explica o seu mecanismo de atuação:

KJAERGARD et al (1984) investigaram alterações posturais em um grupo de indivíduos submetidos a um bloqueio perivascular axilar. Após 40 minutos de anestesia os indivíduos realizaram o teste de Romberg sobre a plataforma de força. O aumento das oscilações posturais foi observado em 9 de 10 indivíduos testados. Dentre as possíveis causas do aumento da oscilação postural, os autores propõem que a anestesia do membro superior pode prejudicar a estabilidade postural. LUI et al. (2013) avaliaram o equilíbrio de indivíduos adultos saudáveis que utilizavam uma imobilização do membro superior. Todos os 42 indivíduos eram destros e foram divididos em três grupos: 6 constituíam o grupo controle e dois grupos faziam uso da imobilização (18 à direita e 18 à esquerda). A avaliação do equilíbrio foi realizada através do teste de posturografia computadorizada dinâmica. Os resultados mostraram que o uso da imobilização conduziu ao déficit de equilíbrio em um terço dos voluntários. Em outro estudo KANTAK et al. (2013) investigaram o efeito da orientação postural sobre a excitabilidade corticoespinhal motora (ECM) de músculos da extremidade proximal (EP) e distal (ED) do membro superior em seis indivíduos saudáveis. A ECM foi avaliada sobre a representação cortical motora do músculo interósseo dorsal e do músculo deltóide em duas posições: sentada e em pé. Os resultados de diversos parâmetros da EMT

indicaram que a mudança postural de sentado para em pé aumentou significativamente a excitabilidade córtico-espinhal do músculo deltóide anterior, o que não foi observado para o músculo interósseo dorsal. Concluíram que a músculos proximais do membro superior, por ser relativamente mais volumosos, possuir extensa inserção no tronco, e controlar os movimentos de todo o membro superior; tornam-se portanto capazes de influenciar significativamente o deslocamento do centro de massa do corpo, participando do controle da postura. Outras evidências indiretas da alteração da cintura escapular para o sistema de controle postural são os estudos realizados com mulheres com ou tratadas do câncer de mama. Assimetrias posturais foram identificadas em mulheres pós mastectomizadas quando comparada a indivíduos saudáveis (ROSTKOWSKA et al., 2006; MELO et al., 2011). Provavelmente estas alterações posturais se devem a restrição de movimentos realizados pelo ombro, tanto por déficit de força muscular como por limitação de amplitude (LAHOZ et al., 2010).

Nossos resultados corroboram com os estudos citados, do qual evidencia a participação do membro superior, em especial de sua musculatura proximal, para o controle postural. Assim como KANTAK et al. (2013) também acreditamos que o membro superior tenha uma contribuição importante para o controle do tronco, e no caso da lesão do plexo braquial há uma indicativa que este encontra-se deficitário uma vez que a descarga de peso foi diferente entre os hemisferos. Tomando esses dados e seguindo a teoria do controle postural, no caso de lesão, o aumento da atividade neuromuscular (CP-CG) seria necessário para conseguir manter o CG projetado dentro do seu limite de estabilidade.

O estudo realizado por Day et al. (1993) demonstrou que a oscilação do CP foi reduzida na direção médio-lateral e, em menor grau na direção anteroposterior, aumentando a largura da base de suporte. Justificou que o menor deslocamento na direção anteroposterior é possível, pois as articulações do tornozelo, joelho e quadril podem agir independentemente

para impedir a rotação lateral do tornozelo. Isto não seria possível para o movimento na direção médio-lateral, onde os quadris e tornozelos estão ligados entre si de modo que uma mudança em um ângulo da articulação leva a uma mudança previsível nas outras três. Defende ainda que para base tandem, os únicos músculos capazes de impedir a rotação lateral do tornozelo seriam os eversores e inversores dos tornozelos, tornando esse controle mais difícil de ser realizado.

Ambos os grupos testados também apresentaram menores medidas posturográficas para ambas as direções aumentando a largura da base de suporte, corroborando com os resultados encontrados por DAY et al (1993). Porém o grupo de pacientes com LPB exibiu maiores medidas posturográficas, em todas as posturas adotadas, para a direção anteroposterior e não para a direção médio-lateral. Acreditamos que este resultado pôde ser atribuído ao movimento pendular anteroposterior exercido pelo membro superior lesionado a cada novo reajuste postural realizado durante a manutenção das posturas, o que requer um maior controle corporal, principalmente maior atividade dos componentes neuromusculares nesta direção como um mecanismo compensatório.

Em especial encontramos alterações do controle postural até mesmo quando os pacientes com LPB permanecem em uma postura confortável (não manipulada). Estes resultados sugerem que mesmo em pequenas amplitudes este mecanismo pendular desempenhado pelo membro superior lesionado interfere no controle postural. HODGES et al. (2002) já haviam demonstrado que mínimas perturbações, como a respiração, são compensadas por pequenos deslocamentos angulares do tronco e membros inferiores e repercutem no aumento dos parâmetros do CP.

TROPP e ODENRICK (1988), já haviam demonstrado que durante o desequilíbrio postural, há um aumento das correções dos segmentos superiores. Entretanto, devido ao déficit de controle corporal superior dos pacientes com LPB, uma maior ativação dos

músculos do tornozelo é requerida (representada pelo aumento do desvio-padrão CP-CG) para manutenção da postura, porém este mecanismo não se mostrou eficiente para a tarefa postural mais desafiadora testada (posição unipodal).

7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As limitações do nosso estudo são atribuídas a heterogeneidade dos pacientes com lesão do plexo braquial (LPB) e ao pequeno espaço amostral. Essa heterogeneidade é encontrada principalmente em relação ao tipo de lesão (completa e parcial); ao procedimento cirúrgico; e ao tratamento fisioterapêutico.

Apesar de possuírem lesões com níveis de acometimento diferentes do membro superior, todos tinham comprometimento da musculatura proximal do membro superior (lesão do tronco superior do plexo braquial), que de acordo com o trabalho de Kantaket al (2013) possui maior atuação para o sistema de controle postural. Em relação ao tempo de lesão em meses, os pacientes com LPB completa ($14,0 \pm 7,5 - 39,0$) e os LPB parcial ($15,5 \pm 5,7 - 53,5$; $Z = 0,09$; $p = 0,93$) não apresentaram diferença.

Diferentes técnicas para reconstrução do plexo braquial foram realizadas na tentativa de recuperar a função do membro afetado, dentre elas estão à reconstrução nervosa através de enxerto e a transferência nervosa. Além da variabilidade das técnicas cirúrgicas empregadas, também houve grande variabilidade quanto ao tempo entre a lesão e a cirurgia, que é um fator importante para o sucesso cirúrgico. A fisioterapia possui um papel importantíssimo, devendo atuar antes e após o procedimento cirúrgico para auxiliar no processo de reabilitação do nervo periférico, cujo princípio básico é promover a regeneração de nervos e a recuperação funcional (KINLAW, 2005). Entretanto, fatores como tipo de tratamento fisioterapêutico,

frequência, intervalo entre a lesão e o início do tratamento, e tempo de tratamento não foram padronizados neste estudo.

Entretanto, estudar fenômenos pós qualquer tipo de lesão é algo muito particular, pois é muito difícil extrapolar os achados de um paciente para uma população, dado que cada paciente é um ser único. Buscamos excluir fatores que pudessem influenciar o controle postural, como alterações de sistema nervoso central, distúrbios vestibulares, deficiência visual, idade superior a 40 anos, entre outros; além disso, adotamos o pareamento dos pacientes, quanto aos parâmetros antropométricos e idade, com sujeitos saudáveis. Uma amostra maior de pacientes com lesão do plexo braquial é necessária para desvendar a contribuição de cada um desses fatores para o sistema de controle postural.

8. CONCLUSÃO

Através do presente estudo podemos concluir que os pacientes adultos com lesão do plexo braquial apresentam alterações no sistema de controle postural. Dentre estas alterações, encontra-se: a assimetria de descarga de peso com maior distribuição para o mesmo lado da lesão; o déficit de equilíbrio dinâmico avaliado pela Escala de Equilíbrio de Berg; e o déficit de equilíbrio estático avaliado pela posição unipodal e pela posturografia em diversas bases de suporte.

O fato de não ter havido aumento dos parâmetros posturográficos de área de oscilação corporal e desvio-padrão dos deslocamentos do centro de pressão (CP) para as diferentes bases de suporte (aberta, confortável, fechada e tandem), sugeriu a existência de outros mecanismos para garantir a estabilidade corporal na ausência/déficit da informação sensório-motora do membro superior. A estratégia utilizada por indivíduos com lesão do plexo braquial parece ser a de adotar maiores valores em outros parâmetros posturográficos do CP e do “sinal de erro” (CP-CG) para manutenção do equilíbrio, inclusive em posturas menos desafiadoras. O aumento do parâmetro desvio-padrão do CP-CG reflete a necessidade de maior atividade neuromuscular para manutenção do equilíbrio, esta estratégia frente a situações mais desafiadoras para o sistema de controle postural, como na posição unipodal e nas tarefas propostas na EEB, não se mostra eficiente, havendo a perda do equilíbrio.

Sendo assim, procedimentos cirúrgicos precoces e protocolos de reabilitação visando prevenir as alterações posturais e reduzir o risco de quedas de indivíduos com lesão do plexo braquial se fazem necessários.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDY, B. G.; OULLIER, O.; LAGARDE, J.; STOFFREGEN, T.A. On perturbation and pattern coexistence in postural coordination dynamics. **Journal of motor behavior**, v. 39, n. 4, p. 326–36, jul. 2007.

BASAR, S.; BAKAR, Y.; KESER, I.; KABA, H.; GUZEL, N. A.; OZDEMIR, O. C.; DUZGUN, I. Does lymphedema affect the postural stability in women after breast cancer? **Topics in Geriatric Rehabilitation**, v. 28, n. 4, p. 287-294, 2012.

BENVENUTI, F.; MECACCI, R.; GINEPRARI, I.; BANDINELLI, S.; BENVENUTI, E.; FERRUCCI, L.; BARONI, A.; RABUFFETTI, M.; HALLETT, M.; DAMBROSIA, J. M.; STANHOPE, S. J. Kinematic characteristics of standing disequilibrium: reliability and validity of a posturographic protocol. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 80, n. 3, p. 278–87, mar. 1999.

BERG, K.; WOOD-DAUPHINÉE, S.; WILLIAMS, J. I.; GAYTON, D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. **Physiotherapy Canada**, v. 41, p. 304-311, 1989.

BERTELLI, J.A.; GHIZONI, M. F. Results of grafting the anterior and posterior divisions of the upper trunk in complete palsies of the brachial plexus. **The journal of hand surgery**, v. 33, n. 9, p. 1529-1540, nov. 2008.

BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. **Physical therapy**, v. 67, n. 2, p. 206–7, fev. 1987.

BOREL, L.; HARLAY, F.; MAGNAN, J.; CHAYS, A.; LACOUR, M. Deficits and recovery of head and trunk orientation and stabilization after unilateral vestibular loss. **Brain: a journal of neurology**, v. 125, n. Pt 4, p. 880–94, abr. 2002.

CARMO, J. M. M., SOUZA, S.A. Traumatismos do plexo braquial. In: Padrini, A. **Traumatismos da Mão**, Rio de Janeiro: Ed. Medsi, 2000. p. 401- 418.

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**, v. 30, n. 11-12, p. 1169–71, nov. 1997.

CHIARI, L.; ROCCHI, L.; CAPPELLO, A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 17, n. 9-10, p. 666–77, nov/dez. 2002.

CONCEIÇÃO, L.M. Traumatismos do plexo braquial. São Paulo: Atheneu; 2005. p. 231-253

CREATH, R.; KIEMEL, T.; HORAK, F.; PETERKA, R.; JEKA, J. A unified view of quiet and perturbed stance: simultaneous co-existing excitable modes. **Neuroscience letters**, v. 377, n. 2, p. 75–80, 29 mar. 2005.

CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; PRINCE, F.; RAÏCHE, M. Postural control in the elderly: an analysis of test-retest and interrater reliability of the COP-COM variable. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, p. 80-85, 2001.

CRIPPS, R.; CARMAN, J. Falls by the elderly in Australia: trends and data for 1998. **Injury Research and Statistics Series**. 2001.

COLBERT, S. H.; MACKINNON, S.E. Nerve transfers for brachial plexus reconstruction. **Hand Clinics**, v.24, n. 4, p. 341-361, dez. 2008.

DANIS, C. G.; KREBS, D.E.; GILL-BODY, K.M.; SHAHRMANN, S. Relationship between standing posture and stability. **Physical Therapy**, v. 78, n. 5, p. 502-17, 1998.

DAVIS, J. R.; CAMPBELL, A. D.; ADKIN, A. L.; CARPENTER, M. G. The relationship between fear of falling and human postural control. **Gait & posture**, v. 29, n. 2, p. 275–9, fev. 2009.

DAY, B. L.; STEIGER, M. J.; THOMPSON, P. D.; MARSDEN, C. D. Effect of vision and stance width on human body motion when standing: implications for afferent control of lateral sway. **The Journal of physiology**, v. 469, p. 479–99, set. 1993.

DITUNNO, J. F.; YOUNG, W.; DONOVAN, W. H.; CREASY, G. The International Standard Booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. **Paraplegia**, v. 32, p. 70–80, 1994.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-92, maio/jun. 2010

DUBUISSON, A. S.; KLINE, D. G. Brachial plexus injury: a survey of 100 consecutive cases from a single service. **Neurosurgery**, v. 51, n. 3, p. 673–82; discussion 682–3, set. 2002.

FLORES, L. P. Brachial plexus surgery: the role of the surgical technique for improvement of the functional outcome. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 69, n. 4, p. 660-665, 2011.

FLORES, L. P. [Epidemiological study of the traumatic brachial plexus injuries in adults]. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 64, n. 1, p. 88–94, mar. 2006.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189–98, nov. 1975.

GAGE, W. H.; WINTER, D. A.; FRANK, J. S.; ADKIN, A. L. Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. **Gait & posture**, v. 19, n. 2, p. 124–32, abr. 2004.

GENTHON, N. et al. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 39, n. 6, p. 1793–9, jun. 2008.

GOMES BM, NARDONI GCG, LOPES PG, GODOY E. O efeito da técnica de reeducação postural global em um paciente com hemiparesia após acidente vascular encefálico. **Acta Fisiatr.** v. 13, n.2, p. 103-8, 2006.

HODGES, P. W.; GURFINKEL, V. S.; BRUMAGNE, S.; SMITH, T. C.; CORDO, P. C. Coexistence of stability and mobility in postural control:evidence from postural compensation for respiration. **Experimental Brain Research**, v. 144, p. 293-302,abr. 2002.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and ageing**, v. 35 Suppl 2, p. ii7–ii11, set. 2006.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell, L. B.; Shepard, J. T. (ed). **Handbook of Physiology**. New York: Oxford University Press, 1996, p. 255–292.

HORAK, F. B.; NASHNER, L. M.; DIENER, H. C. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. **Experimental brain research**, v. 82, n. 1, p. 167–77, jan. 1990.

HSU, W.-L.; SCHOLZL, J. P.; SCHONER, G.; JELA, J. J; KIEMEL, T. Control and estimation of posture during quiet stance depends on multijoint coordination. **Journal of neurophysiology**, v. 97, n. 4, p. 3024–35, abr. 2007.

KAMPHUIS, J. F.; DE KAM, D.; GEURTS, A. C.; WEERDESTEYN, V. Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review. **Stroke Research and Treatment**. v. 2013, n. 692137, p. 13, apr 2013.

KANTAK, S. S.; WITTENBERG, G. F.; LIAO W.; MAGDER, L. S.; ROGERS, M. W.; WALLER, M. S. Posture-related modulations in motor cortical excitability of the proximal and distal arm muscles. **Neuroscience letters**, v. 533, p. 65– 70, 2013.

KINLAW, D. Pre-/postoperative therapy for adult plexus injury. **Hand clinics**, v. 21, n. 1, p. 103–8, vii, fev. 2005.

KIRBY, R. L.; PRICE, N. A.; MACLEOD, D. A. The influence of foot position on standing balance. **Journal of biomechanics**, v. 20, n. 4, p. 423–7, jan. 1987.

KJAERGÅRD, H.; LARSEN, T. K.; RASMUSSEN, P. S.; BRONDUM, L. Impairment of postural stability following perivascular axillary block with mepivacaine. **Acta anaesthesiol Scand**, v. 28, p. 508-510out. 1984.

LAFOND, D.; DUARTE, M.; PRINCE, F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. **Journal of biomechanics**, v. 37, n. 9, p. 1421–6, set. 2004.

LAHOZ, M. A.; NYSSSEN, S. M.; CORREIA, G. N.; GARCIA, A. P. U.; DRIUSSO, P. Capacidade funcional e qualidade de vida em mulheres pós-mastectomizadas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 56, n. 4, p. 423 - 430, 2010

LUI, D. F.; MEMON, A.; KWAN, S.; MULLETT, H. Computerized dynamic posturography analysis of balance in individuals with a shoulder stabilization sling. **Eur J Emerg Surg**, v. 39, p. 635-639, jun. 2013.

MACEDO, B. G.; MARQUES, K. S. F.; OLIVEIRA, E. B., GOMES, G. C.; PEREIRA, L. S. M. Parâmetros clínicos para identificar o medo de cair em idosos. **Fisioterapia em Movimento**, v. 18, n. 3, p. 65-70, jul./set. 2005

MARIGOLD, D. S.; ENG, J. J. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. **Gait & posture**, v. 23, n. 2, p. 249-55, fev. 2006.

MASANI, K.; VETTE, A. H.; KOUZAKI, M.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T.; POPOVIC, M. R. Larger center of pressure minus center of gravity in the elderly induces larger body acceleration during quiet standing. **Neuroscience letters**, v. 422, n. 3, p. 202-6, jul. 2007.

MAURER, C.; PETERKA, R. A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. **Journal of Neurophysiology**, v. 93, n. 1, p. 189-200, jan. 2005.

MEDICAL RESEARCH COUNCIL. Aids to examination of the peripheral nervous system. Memorandum no. 45. London: Her Majesty's Stationary Office; 1976.

MELO, M. S. I.; MAIA, J. N.; SILVA, D. A. L.; CARVALHO, C. C. Avaliação Postural em Pacientes Submetidas à Mastectomia Radical Modificada por meio da Fotogrametria Computadorizada. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 57, n. 1, p. 39-48, 2011.

MELLO JUNIOR, J. S.; SOUZA, T. C. R.; ANDRADE, F. G.; CASTANEDA, L.; BAPTISTA, A. F.; NUNES, K.; VARGAS, C. D.; GOMES, M. M.; GUEDES, J. F.; MARTINS, J. V.; LOPES, J.; SILVA, A. M. Perfil Epidemiológico de Pacientes com Lesão Traumática do Plexo Braquial avaliados em um Hospital Universitário no Rio de Janeiro, Brasil, 2011. **Rev Bras Neurol**, v. 48, n. 3, p. 5-8, 2012.

MELZER, I.; ODDSSON, L. I. E. The effect of a cognitive task on voluntary step execution in healthy elderly and young individuals. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n. 8, p. 1255-62, ago. 2004.

MIYAMOTO, S. T.; LOMBARDI JUNIOR, I.; BERG, K. O.; RAMOS, L. R.; NATOUR1, J. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 37, n. 9, p. 1411-21, set. 2004.

MORAN, S. L.; STEINMANN, S. P.; SHIN, A. Y. Adult brachial plexus injuries: mechanism, patterns of injury, and physical diagnosis. **Hand clinics**, v. 21, n. 1, p. 13-24, fev. 2005.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para a clínica**, 5rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MUMENTHALER, M. Some clinical aspects of peripheral nerve lesions. **European neurology**, v. 2, n. 5, p. 257-68, jan. 1969.

NARAKAS, A. O. The treatment of brachial plexus injuries. **International orthopaedics**, v. 9, n. 1, p. 29–36, jan. 1985.

OLIVEIRA, L. F.; SIMPSON, D. M.; NADAL, J. Calculation of area of stabilometric signals using principal component analysis. **Physiological measurement**, v. 17, n. 4, p. 305–12, nov. 1996.

PRADO, J. M.; STOFFREGEN, T. A.; DUARTE, M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. **Gerontology**, v. 53, n. 5, p. 274–81, jan. 2007.

PRIETO, T. E.; MYKLEBUST, J. B.; HOFFMANN, R. G.; LOVETT, E. G.; MYKLEBUST, B. M. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. **IEEE transactions on bio-medical engineering**, v. 43, n. 9, p. 956–66, set. 1996.

RESNICK, D. **Diagnosis of Bone and Joint Disorders**, 3rd ed., California:WB Saunders Company, Vol. 5, 1995, 3500-11.

RIDGWAY, E.; VALICENTI-MCDERMOTT, M.; KORNHABER, L.; KATHIRITHAMBY, D. R.; WIEDER, H. Effects from birth brachial plexus injury and postural control. **The Journal of pediatrics**, v. 162, n. 5, p. 1065–7, maio. 2013.

ROSTKOWSKA, E.; BAK, M.; SAMBORSKI, W. Body posture in women after mastectomy and its changes as a result of rehabilitation. **Advances in medical sciences**, v. 51, p. 287–97, jan. 2006.

RÜHMANN, O.; SCHMOLKE, S.; BOHNSACK, M.; CARLS, J.; FLAMME, C.; WIRTH, C. J. Reconstructive operations for the upper limb after brachial plexus palsy. **American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)**, v. 33, n. 7, p. 351–62, jul. 2004.

RÜHMANN, O.; WIRTH, C. J.; SCHMOLKE, S.; GOSSÉ, F.; BRANDT, F.; TEMPEL, A. [Surgical treatment and rehabilitation for improving function of shoulder muscle impairment]. **Die Rehabilitation**, v. 40, n. 3, p. 145–55, jun. 2001.

SACKLEY, C. M. Falls, sway, and symmetry of weight-bearing after stroke. **International disability studies**, v. 13, n. 1, p. 1–4, 1991.

SANTOS, M. G.; SOUZA, A. C. S.; VIRTUOSO, J. F.; TAVARES, G. M. S.; MAZO, G. Z. Valores preditivos para o risco de queda em idosos praticantes e não praticantes de atividade física por meio do uso da Escala de Equilíbrio de Berg. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 15, n. 2, p. 95-101, 2011.

SONGCHAROEN P. Management of brachial plexus injury in adults. **Scand J Surg**, v. 97, n. 4, p. 317–323, 2008.

SHUMWAY-COOK, A.; BALDWIN, M.; POLISSAR, N. L.; GRUBER, W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. **Physical therapy**, v. 77, n. 8, p. 812–9, ago. 1997.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Posture/Balance**. In: Butler JP (Ed.), *Motor control: Theory and Practical Applications*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, p. 119-42, 1995.

STEL, V. S.; SMIT, J. H.; PLUIJM, S. M. F.; LIPS, P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.56, p. 659–668, 2003.

TAJIRI, O. TATEDA, T.; SUGIHARA, H.; YOKOYAMA, H.; NISHIKIDO, O.; MUKUMOTO, C. [Brachial plexus neuropathy following open-heart surgery]. **Masui. The Japanese journal of anesthesiology**, v. 53, n. 4, p. 407–10, abr. 2004.

TEASDALE, N.; SIMONEAU, M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. **Gait & posture**, v. 14, n. p. 203-210, mar. 2001.

TEREKHOV, Y. Stabilometry and some aspects of its applications--a review. **Biomedical engineering**, v. 11, n. 1, p. 12–5, jan. 1976.

TINETTI, M. E.; RICHMAN, D.; POWELL, L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. **Journal of gerontology**, v. 45, n. 6, p. P239–43, nov. 1990.

TRINDADE, A. P. N. T.; BARBOZA, M. A.; OLIVEIRA, F. B.; BORGES, A. P. O. Influência da simetria e transferência de peso nos aspectos motores após Acidente Vascular Cerebral. **Rev Neurocienc**, v. 19, n. 1, p. 61-67, 2011.

TROPP, H.; ODENRICH, P. Postural Control in Single-Limb Stance. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 6, n. 6, 1988.

VISSER, J. E.; CARPENTER, M. G.; VAN DER KOOIJ, H.; BLOEM, B. R. The clinical utility of posturography. **Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology**, v. 119, n. 11, p. 2424–36, nov. 2008.

WALKER, C.; BROUWER, B. J.; CULHAM, E. G. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. **Physical therapy**, v. 80, n. 9, p. 886–95, set. 2000.

WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & posture**, v.3, p. 193-214, dez. 1995.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; PRINCE, F.; ISHAC, M.; GIELO-PERCZAK, K. Stiffness control of balance in quiet standing. **Journal of neurophysiology**, v. 80, n. 3, p. 1211–21, set. 1998.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait & posture**, v. 16, n. 1, p. 1–14, ago. 2002.

YU, E.; ABE, M.; MASANI, K.; KAWASHIMA, N. ETO, F.; HAGA, N.; NAKAZAWA, K. Evaluation of postural control in quiet standing using center of mass acceleration: comparison among the young, the elderly, and people with stroke. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 89, n. 6, p. 1133–9, jun. 2008.

ANEXO 1

FICHA DE DADOS PESSOAIS (ANAMNESE)

Codificação do voluntário : _____ Data da entrevista: _____

Dados Pessoais:

Nome: _____ Data de nascimento: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

Escolaridade: _____

Atividade Profissional atual: _____

Atividade Profissional antes da lesão: _____

Data da lesão: _____ Lado da lesão: () Direito () Esquerdo

Dominância manual antes da lesão: _____ (após aplicação do teste de Oldifield)

Realizou cirurgia? () S () N Data da cirurgia: _____

Qual(is) procedimento (s)? _____

Realiza fisioterapia? () S () N Onde? () INDC () Outros Frequência semanal:

ENMG : () S () N (anexar) Outros exames : _____

Dados Antropométricos:

Estatura: _____ Massa: _____ IMC: _____

Outros dados:

Pratica atividade física? () S () N Qual(is)? _____ Há quanto tempo? _____ Qual a frequência semanal? _____

Você bebe? () S () N Qual a frequência semanal? _____

Você fuma? () S () N Qual a frequência diária? _____

Utiliza drogas? () S () N Qual a frequência semanal? _____

Utiliza algum medicamento? () S () N Qual? _____

Apresenta distúrbio neurológico (AVE, TCE, outros)? () S () N Qual? _____

Apresenta algum problema na visão? () S () N (Se sim, utilizar a correção durante o experimento)

Apresenta ou já apresentou quadro de vertigem (sensação de uma tontura rotatória, podendo causar náuseas, vômitos, ilusão de movimento)? () S () N Qual frequência mensal?

Ouve zumbidos ou estalidos? _____

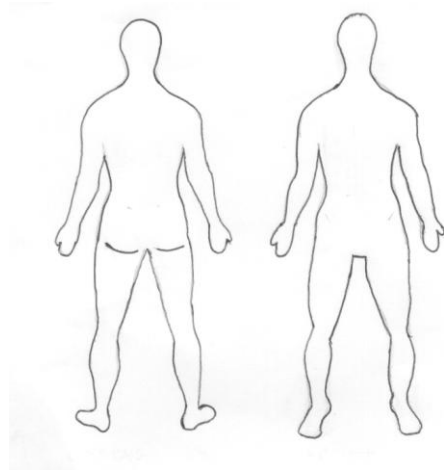
Quanto você se preocupa com possíveis quedas? De zero (não se preocupa) a dez (extremamente preocupado) _____

Sente dores frequentes ou já sentiu? () S () N Aonde? _____

E qual o grau da dor? zero (mínima) a dez (insuportável) _____

Já sofreu alguma fratura, entorse, prótese, artroplastia, lesão física? () S () N Quantas? _____

Aponte a(s) parte(s) do corpo que foi (foram) lesionada(s). Qual foi o tipo da lesão?



Diagnóstico médico: _____

Exame físico

Teste de Força Muscular (Gradação de 0 a 5 segundo a escala Medical Research Council)

C5() direito () esquerdo - Flexores do Cotovelo

C6() direito () esquerdo - Extensores do Punho

C7() direito () esquerdo - Extensores do Cotovelo

C8() direito () esquerdo - Flexores dos Dedos

T1() direito () esquerdo - Abdutores dos Dedos

Escala de Avaliação da Força muscular (MRC-Medical Research Council)

Grau	Descrição
0	Não se percebe nenhuma contração
1	Traço de contração, sem produção de movimento
2	Contração fraca, produzindo movimento com a eliminação da gravidade
3	Realiza movimento contra a gravidade, porém sem resistência adicional
4	Realiza movimento contra a resistência externa moderada e gravidade
5	É capaz de superar maior quantidade de resistência que no nível anterior

Reflexos Profundos: A – ausente, D – diminuído ou hiporreflexia, N – normal, H - hiperreflexia ou aumentado

Instrumento de avaliação: martelo médico

- () Bicipital direito () Bicipital esquerdo
 () Tricipital direito () Tricipital esquerdo
 () Patelar direito () Patelar esquerdo
 () Aquileu direito () Aquileu esquerdo

Classifique: P - presente, A - ausente

- () Sinal de Babinski à direita () Sinal de Babinski à esquerda
 () Sinal de Hoffman

Sensibilidade Subjetiva (membro superior com LPB): P - presente, A - ausente

- () Coceira () Toque () Calor () Frio () choque
 () Outras Quais? _____

Sensibilidade Superficial Tátil (algodão): A – ausente ou anestesia, D – diminuída ou hipoestesia, N – normal, E – exacerbada ou hiperestesia

Instrumento de avaliação: algodão

- C4() direito () esquerdo
 C5() direito () esquerdo
 C6() direito () esquerdo

C7() direito () esquerdo

C8() direito () esquerdo

T1() direito () esquerdo

Sensibilidade Proprioceptiva (passiva – olhos fechados): P - presente, A – ausente

O examinador pergunta ao voluntário se o segmento está “Movendo ou parado? Pra cima ou pra baixo?”

Polegar () direito () esquerdo

Cotovelo () direito () esquerdo

Hálux () direito () esquerdo

Tônus Muscular: Classificar em: H – hipotonia ou diminuído; N – normal; E – exacerbado ou hipertonia

Cotovelo () direito () esquerdo

Punho () direito () esquerdo

Tornozelo () direito () esquerdo

ANEXO 2

Escala de Equilíbrio de Berg (Myiamotoet *al.*, 2004)

Código do voluntário _____ Data _____

Avaliador _____

Descrição do item ESCORE (0-4)

- 1 . Posição sentada para posição em pé _____
 - 2 . Permanecer em pé sem apoio _____
 - 3 . Permanecer sentado sem apoio _____
 - 4 . Posição em pé para posição sentada _____
 - 5 . Transferências _____
 - 6 . Permanecer em pé com os olhos fechados _____
 - 7 . Permanecer em pé com os pés juntos _____
 - 8 . Alcançar a frente com os braços estendidos _____
 - 9 . Pegar um objeto do chão _____
 10. Virar-se para olhar para trás _____
 11. Girar 360 graus _____
 12. Posicionar os pés alternadamente no degrau _____
 13. Permanecer em pé com um pé à frente _____
 14. Permanecer em pé sobre um pé _____
- Total _____

Instruções gerais

Por favor, demonstrar cada tarefa e/ou dar as instruções como estão descritas. Ao pontuar, registrar a categoria de resposta mais baixa, que se aplica a cada item. Na maioria dos itens, pede-se ao paciente para manter uma determinada posição durante um tempo específico. Progressivamente mais pontos são deduzidos, se o tempo ou a distância não forem atingidos, se o paciente precisar de supervisão (o examinador necessita ficar bem próximo do paciente) ou fizer uso de apoio externo ou receber ajuda do examinador. Os pacientes devem entender que eles precisam manter o equilíbrio enquanto realizam as tarefas. As escolhas sobre qual perna ficar em pé ou qual distância alcançar ficarão a critério do paciente. Um julgamento pobre irá influenciar adversamente o desempenho e o escore do paciente. Os equipamentos necessários para realizar os testes são um cronômetro ou um relógio com ponteiro de segundos e uma régua ou outro indicador de: 5; 12,5 e 25 cm. As cadeiras utilizadas para o teste devem ter uma altura adequada. Um banquinho ou uma escada (com degraus de altura padrão) podem ser usados para o item 12.

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

No. 3. Continue com o item No. 4.

3. 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 2 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

4. 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

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 sem 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 e/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 90°. 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 90°. Ao seremesticados 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 menos
- 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 no 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 q 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 mais que 3 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)

ANEXO 3

ESCALA SUBJETIVA DE DIFICULDADE DA TAREFA

De zero a dez, sendo 0 muito fácil e 10 muito difícil, classifique o grau da dificuldade desta tarefa para você?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muito fácil	Fácil			Intermediário			Difícil			Muito difícil

ANEXO 4

ESCALA SUBJETIVA DE MEDO DE QUEDAS

O quanto você se sentiu com medo de cair? De zero a dez, sendo 0 nenhum medo e 10 muito medo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nenhum medo Muito medo										

ANEXO 5

POSTUROGRAFIA: INSTRUÇÕES APRESENTADAS AOS VOLUNTÁRIOS

- Base unipodaldireita

“Em cima da plataforma, mantendo os braços alinhados ao longo do corpo e olhando à sua frente, levante a sua perna esquerda. Se perder o equilíbrio, tente voltar à posição inicial o mais rápido possível, sem falar ou interromper o teste. Iremos te avisar o momento do início do teste falando a palavra ‘já’ e solicitarei que você mantenha sua posição até eu dizer ‘fim’. É muito importante que você não movimente os braços e a cabeça ao decorrer do experimento. Algumadúvida? Podemoscomeçar? ‘Já’.”

- Base unipodalesquerda

“Em cima da plataforma, mantendo os braços alinhados ao longo do corpo e olhando à sua frente, levante a sua perna direita. Se perder o equilíbrio, tente voltar à posição inicial o mais rápido possível, sem falar ou interromper o teste. Iremos te avisar o momento do início do teste falando a palavra ‘já’ e solicitarei que você mantenha sua posição até eu dizer ‘fim’. É muito importante que você não movimente os braços e a cabeça ao decorrer do experimento. Algumadúvida? Podemoscomeçar? ‘Já’.”