TATIANA DE PAULA OLIVEIRA

Efeitos do treino de equilíbrio com realidade virtual sobre estrutura e função, atividade e participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC: um ensaio clínico randomizado

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação
Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel
Piemonte

São Paulo
2018

TATIANA DE PAULA OLIVEIRA

Efeitos do treino de equilíbrio com realidade virtual sobre estrutura e função, atividade e participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC: um ensaio clínico randomizado

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação
Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel
Piemonte

São Paulo
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Oliveira, Tatiana de Paula
Efeitos do treino de equilíbrio com realidade
virtual sobre estrutura e função, atividade e
participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC
: um ensaio clínico randomizado / Tatiana de Paula
Oliveira. -- São Paulo, 2018.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.
Orientadora: Maria Elisa Pimentel Piemonte.

Descritores: 1.Acidente vascular cerebral
2.Equilíbrio postural 3.Realidade virtual
4.Classificação internacional de funcionalidade
5.Incapacidade e saúde 6.Terapia por exercício
7.Reabilitação

USP/FM/DBD-273/18

Responsável: Kátia Maria Bruno Ferreira - CRB-8/6008

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo a cada paciente que cruzou ou que ainda cruzará meu caminho ao longo de minha vida profissional, me ensinando tanto e me incentivando a aprender cada dia mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu esposo por todo amor, atenção, cuidado, paciência, cumplicidade e incentivo em cada momento de nossas vidas.

A meus filhos, por serem a maior alegria e o maior tesouro da minha vida.

À minha mãe e meus irmãos pela torcida frequente por cada passo de minha vida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte, por todo apoio e confiança durante todo este estudo.

À Profa. Amélia Pasqual Marques pela parceria que permitiu a avaliação na plataforma de força e por toda sua prestatividade e colaboração em diversos momentos deste estudo.

À minha amiga Camila Miranda por ser uma grande parceira não apenas na realização deste estudo, mas ao longo de anos, dividindo comigo alegrias e desapontamentos de cada dia de trabalho e de estudo, e sempre na busca da solução mais correta.

Às grandes amigas Adriana Souza, Adriana Lunardi, Anice Pássaro, Debora Schujmann, Juliana Sauer, Maria do Socorro Simões que me apoiaram ao longo deste estudo e cuja amizade tornou muitos dos meus dias mais leves e felizes.

Aos alunos que participaram de alguma fase deste estudo, Karina, Izabel, Andressa, Beatriz, Paloma, Eduardo, Nari, Raíssa e Pâmela.

Às colegas de laboratório Joyce e Danielle que participaram intensamente na fase inicial deste estudo.

Ao Paolo per la sua preziosa assistenza e contributo all'analisi dei dati grezzi dei test in force platform.

A todos os sujeitos que participaram do estudo, acreditando na ciência e contribuindo para a busca do conhecimento, mesmo sem garantias de benefício próprio.

Este relatório está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento de sua elaboração:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Siglas e abreviaturas	
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Resumo	
Abstract	
Summary	
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Apresentação do Estudo	1
1.2. Revisão da Literatura	3
1.2.1 <i>O Acidente Vascular Cerebral</i>	3
1.2.1.1 Alteração do equilíbrio após o AVC	6
1.2.1.2 A Recuperação funcional após o AVC	12
1.2.1.3 Uso da realidade virtual na reabilitação após AVC	15
1.3. Objetivos	21
2. MÉTODOS	22
2.1. Tipo de Estudo	22
2.2. Participantes	22
2.3. Local	23
2.4. Materiais	23
2.4.1 <i>Nintendo Wii Fit®</i>	24
2.4.2 <i>Plataforma de Força Balance Master NeuroCom</i>	26
2.5. Procedimentos	27
2.5.1 <i>Avaliações</i>	27
2.5.2 <i>Intervenção</i>	28
2.5.2.1 Exercícios Globais	28
2.5.2.2 Treino Experimental	29
2.5.2.2.1 Seleção dos Jogos	30
2.5.2.2.2 Descrição dos jogos utilizados nas sessões ímpares	31
2.5.2.2.3 Descrição dos jogos utilizados nas sessões pares	34
2.5.2.3 Treino controle	37
2.6. Desfechos	43
2.7. Tamanho da Amostra	45
2.8. Randomização	45
2.9. Análise dos dados	45
3. RESULTADOS	47
3.1. Participantes	47

3.2.	Efeitos do treinamento sobre estrutura e função	49
3.3.	Efeitos do treinamento sobre atividade.....	50
3.2.	Efeitos do treinamento sobre participação	54
3.3.	Correlações	54
4.	DISCUSSÃO	55
5.	CONCLUSÕES	64
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
7.	ANEXOS	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde para o efeito do Acidente Vascular Cerebral (AVC) em um indivíduo.....	6
Figura 2 - Fatores associados à promoção da neuroplasticidade incorporados ao uso da RV na reabilitação de indivíduos após AVC	16
Figura 3- Console, plataforma, controles remotos e CD de jogos do Nintendo Wii Fit Plus.....	25
Figura 4 - Tela do teste LOS.....	27
Figura 5 - Tela do jogo <i>Basic Step</i>	32
Figura 6 - Tela do jogo <i>Penguin Slide</i>	32
Figura 7 - Tela do jogo <i>Soccer Heading</i>	33
Figura 8 - Tela do jogo <i>Basic Run Plus</i>	34
Figura 9 - Tela do jogo <i>Table Tilt</i>	34
Figura 10 - Tela do jogo <i>Rhythm Parade</i>	35
Figura 11 - Tela do jogo <i>Obstacle Course</i>	36
Figura 12 - Tela do jogo <i>Tilt City</i>	36
Figura 13 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Basic Step</i>	38
Figura 14 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Penguin Slide</i>	39
Figura 15 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Soccer Heading</i>	39
Figura 16 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Basic Run</i>	40
Figura 17 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Table Tilt</i>	41
Figura 18 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Rhythm Parade</i>	41
Figura 19 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Obstacle Course</i>	42
Figura 20 - Movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo <i>Tilt City</i>	43
Figura 21 - Fluxograma do encaminhamento dos pacientes ao longo do estudo.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Demandas exploradas nos jogos selecionados.....	31
Tabela 2 – Características demográficas e desempenho dos participantes na avaliação inicial.....	49
Tabela 3 – Desempenho nas sessões I e VI da BESTest.....	51
Tabela 4 – Desempenho no teste de marcha de 6 minutos.....	54
Tabela 5 - Desempenho na EQVE-AVE.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Desempenho na Fugl- Meyer MI.....	50
Gráfico 2 – Desempenho na BESTest.....	51
Gráfico 3 – Deslocamento para o lado afetado no LOS.....	52
Gráfico 4 – Deslocamento para o lado preservado no LOS.....	53

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA	Ajustes posturais antecipatórios
APC	Ajustes posturais compensatórios
AT	Antes do treino
AVC	Acidente Vascular Cerebral
AVDs	Atividades de vida diária
BESTest	Escala do equilíbrio de BEST
BRP	<i>Basic Run Plus</i>
BS	<i>Basic Step</i>
CD	<i>Compact disc</i>
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
COG	Centro de gravidade
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
D	Direita
DT	depois do treino
E	Esquerda
EQVE-AVE	Escala de Qualidade de Vida Específica para pacientes com Acidente Vascular Encefálico
F	Feminino
FM-MI	Escala Fugl-Meyer – sessão membro inferior
FU	60 dias depois do treino
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Experimental
IREX	<i>Interactive Rehabilitation & Exercise System</i>
LL	Látero-lateral
LOS	<i>Limits of Stability</i>
M	Masculino
MDC	Mínima diferença detectável
MoCA	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>
NW	<i>Nintendo Wii</i>
NWF	<i>Nintendo Wii Fit</i>
OC	<i>Obstacle Course</i>
PS	<i>Penguin Slide</i>
RP	<i>Rhythm Parade</i>
RV	Realidade Virtual
SH	<i>Soccer Heading</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
TC	<i>Tilt City</i>
TT	<i>Table Tilt</i>
VRRS	<i>Virtual Reality Rehabilitation System</i>
WBB	<i>Wii Balance Board</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
6-min	Teste de caminhada de seis minutos

RESUMO

Oliveira TP. *Efeitos do treino de equilíbrio com realidade virtual sobre estrutura e função, atividade e participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC: um ensaio clínico randomizado* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

INTRODUÇÃO: O Acidente Vascular Cerebral (AVC) causa alterações sensório-motoras que levam a problemas do equilíbrio e limitações funcionais. Apesar dos avanços na reabilitação, muitos sujeitos não recuperam a independência nas atividades de vida diária, diminuindo sua qualidade de vida. Assim, a busca de estratégias eficazes para melhora da função motora e do equilíbrio é meta constante na fisioterapia. A realidade virtual (RV) tem sido proposta como uma nova ferramenta terapêutica para a reabilitação motora em pessoas com AVC, no entanto, seus efeitos sobre a função motora, atividade e participação são limitados. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um treinamento de equilíbrio, com uso de RV sobre os domínios de estrutura e função, atividade e participação, de acordo com a CIF, em pessoas com sequelas crônicas de AVC. **MÉTODOS:** Um ensaio clínico randomizado cego foi conduzido com 40 sujeitos. O treinamento consistiu em 14 sessões individuais de exercícios globais seguidos de treino de equilíbrio com uso de 8 jogos em RV (grupo experimental, GE) ou de exercícios similares realizados em mesma duração (grupo controle, GC). A sessão de membro inferior da escala Fugl-Meyer (FM-MI) foi utilizada para avaliação de estrutura e função, a atividade foi avaliada por meio da escala BESTest e de testes de equilíbrio em plataforma de força (LOS- máximo deslocamento para os lados afetado e preservado) e por meio do teste de caminhada de 6 minutos, e a participação foi avaliada por meio de questionário de qualidade de vida específico para AVE (EQVE-AVE). As avaliações foram realizadas antes (AT), depois do treino (DT) e após 60 dias do final do treino (FU). A ANOVA de medidas repetidas utilizando como fator os grupos (GE; GC) e avaliações (AT; DT e FU) foi realizada para cada variável, seguida do pós-hoc de Tukey. O nível de significância foi 5%. **RESULTADOS:** Houve interação na FM-MI ($F=7,17$, $p=0,001$, poder observado=0,92) e segundo o pós-hoc, o GE apresentou melhora significativa DT ($p=0,0001$) que se manteve no FU ($p=0,0004$). Houve interação na BESTest ($F=5,99$, $p=0,003$, poder observado=0,86) com melhora significativa DT ($p=0,0001$) e no FU ($p=0,0004$) no GE. Houve efeito de avaliação no LOS para o lado afetado ($F=5,56$, $p=0,005$, poder observado=0,84) e efeito de grupo ($F=4,59$, $p=0,038$, poder observado=0,55) para o lado preservado. Foi observado efeito de avaliação no teste de 6-min ($F=8,74$, $p=0,0003$, poder observado=0,96) e na EQVE-AVE ($F=13,73$, $p=0,0000$, poder observado=0,99). **CONCLUSÃO:** A inclusão da RV no treino de equilíbrio promoveu melhora na estrutura e função e na atividade, mas não na participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC.

Descritores: Acidente vascular cerebral; Equilíbrio postural; Realidade virtual; Classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde; Terapia por exercício; Reabilitação.

ABSTRACT

Oliveira TP. *Balance training effects employing virtual reality on body functions, activity and participation level in people with chronic stroke: a randomised controlled trial*. [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2018.

BACKGROUND: Among impairments which reduce functionality after Stroke, balance deficiency due to the asymmetric postural control associated with hemiplegia is the most frequent outcome, and persist through the chronic stage, increasing the risk factors for falls and decreasing independence in the activities of daily living. Thus, the investigation of new therapeutic tools in order to improve the balance recovery is essential. The use of Virtual Reality (VR) systems for rehabilitation has emerged as a novel advance in the motor rehabilitation field, however, the evidence about its effects on body function, activity and participation remains limited. **Objectives:** To investigate if a balance training performed in virtual reality (VR) plus general exercise could improve the body functions, activity and participation level according to the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) in people with chronic stroke. **METHODS:** A randomised controlled trial with a parallel group, assessor blinding and intention-to-treat analysis was conducted. Forty people with chronic stroke were randomised to receive 14 sessions of balance training performed in VR plus comprehensive exercises for the experimental group (EG) or similar balance training plus comprehensive exercises, for the control group (CG). The Lower Limb Subscale of the Fugl-Meyer (FM-LE) assessment was adopted as a measure of body function, the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) and six-minute walk test (6MWT) as a measure of activity and the Stroke- Specific Quality of Life Scale (SS-QOL) as a measure of participation. All outcome measures were administered before training, 1 week and 8 weeks after the end of training.

Results: According to ANOVA for repeated measures there was an interaction between group (EG, CG) and time assessment before training, at 1 week and 8 weeks after training for FM-LE ($F=7.17$, $p<0.01$, power =0.92) and BESTest ($F=5.89$, $p<0.01$, power =0.86). The post-hoc test confirmed that the EG achieved greater improvements than CG in FM-LE and BESTest. In contrast, for the LOS to paretic side, 6MWT and SS-QOL tests there were effects for evaluation only ($F=5.56$, $p=0.005$, power=0.84), ($F= 8.74$, $p<0.001$, power=0.96) and ($F=13.73$ $p<0.001$, power=0.99) respectively.

Conclusion: The inclusion of VR in a balance training program was fundamental to promote improvements in body functions and activity, but not in participation in people living with the aftermath of chronic stroke.

Descriptors: Stroke; Postural Balance; Virtual Reality; International Classification of Functioning, Disability and Health; Exercise Therapy; Rehabilitation.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do Estudo

O Acidente Vascular Cerebral (AVC)¹ constitui a terceira principal causa de morte no Brasil segundo os dados do Ministério da Saúde e a maioria dos indivíduos que sobrevivem apresentam uma combinação de sequelas motoras, sensoriais, cognitivas e emocionais que levam a alterações funcionais com impacto direto na independência e qualidade de vida ^(2, 3).

Dentre as sequelas de maior impacto funcional está a alteração do equilíbrio, caracterizada por aumento da oscilação postural, distribuição assimétrica do peso entre os membros inferiores, dificuldade em transferir o peso de forma voluntária e eficiente para o lado afetado e em manter o centro de massa nos limites de estabilidade durante a execução de tarefas funcionais dinâmicas ^(4, 5).

A alteração do equilíbrio é uma das sequelas do AVC com maior impacto sobre a independência, atividades de vida diária (AVDs) e recuperação funcional ⁽⁶⁻⁹⁾.

Em decorrência das alterações do equilíbrio, as pessoas com sequelas crônicas de AVC caem três vezes mais que sujeitos saudáveis de mesma idade ⁽¹⁰⁾. Após a queda há diminuição da independência, que por sua vez leva ao descondicionamento, restrição da mobilidade, isolamento social e sintomas depressivos ^(8, 11-13). Assim, a recuperação do controle postural simétrico é um objetivo fundamental na reabilitação pós AVC.

Segundo Pollock et al.⁽¹⁴⁾, para melhorar a função motora e promover a neuroplasticidade as abordagens terapêuticas devem ser intensivas, repetitivas e orientadas para a tarefa. O treino intensivo de uma atividade funcional relevante tem se

¹ O Acidente Vascular Cerebral é definido como sinais ou sintomas neurológicos, focais e agudos com duração igual ou superior a 24 horas, de causa vascular. ⁽¹⁾ Carr J, Shepherd R. Reabilitação Neurológica: Otimizando o Desempenho Motor. 1a ed. Barueri SP: Manole; 2008. Utilizamos o termo AVC e não AVE (acidente vascular encefálico) porque incluímos no estudo apenas sujeitos com lesões supratentoriais.

mostrado efetivo para melhorar a função motora do membro inferior, as transferências, o equilíbrio e a velocidade da marcha em indivíduos com sequelas de AVC ^(15, 16).

Neste contexto a Realidade Virtual (RV) ² tem se destacado entre as ferramentas de reabilitação, pois permite a prática simulada de tarefas semelhantes às funcionais, em uma dosagem mais elevada do que as terapias tradicionais, além de tornar os exercícios divertidos, individualizados, motivacionais e contextualizados ⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

Dentre os tipos de RV o *Nintendo Wii Fit*[®] (NWF) é um dispositivo comercial bastante utilizado na reabilitação de pessoas com AVC, apresentando resultados promissores na função motora do membro superior ⁽²¹⁻²³⁾, no equilíbrio ^(24, 25) e na marcha ⁽²⁶⁾.

Uma revisão sistemática e meta-análise recente sobre o uso de RV para o equilíbrio concluiu que o treino em RV melhorou o equilíbrio estático e dinâmico em pessoas com sequelas crônicas de AVC ⁽²⁷⁾.

Contudo, a mais recente revisão da *The Cochrane Library* sobre RV na reabilitação de AVC considerou insuficientes as evidências sobre seus efeitos no equilíbrio, velocidade da marcha e qualidade de vida. O estudo conclui ainda que esta abordagem não é mais efetiva do que o treinamento convencional, mas considera benéfico seu uso para função motora do membro superior e para melhora das AVDs quando utilizada juntamente ao treino convencional. A qualidade das evidências foi considerada limitada devido ao reduzido número de participantes nos estudos, aos resultados inconsistentes e ao pobre relato dos detalhes nos estudos analisados ⁽²⁸⁾.

Do mesmo modo, em revisão sistemática e meta-análise avaliando os efeitos da RV nos diferentes domínios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), Lohse et al. ⁽²⁹⁾ concluíram que os estudos investigando os efeitos dos jogos comerciais (entre eles o NWF) ainda são escassos e com número reduzido de sujeitos para estabelecer fortes conclusões sobre sua eficácia. Estes autores reforçam ainda a carência

² A Realidade virtual é definida como “uso de simulações interativas criadas em um computador para permitir ao usuário a oportunidade de se envolver em um ambiente com objetos e eventos que simulam o mundo real” ⁽¹⁷⁾. Weiss P, Kizony R, Feintuch U, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation. In: Selzer M, Cohen L, Gage F, Clarke S, Duncan P, editors. *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation*. Cambridge University Press; 2006. p. 182–97.

de estudos robustos que investiguem os efeitos do uso dos jogos comerciais em pessoas com AVC sobre os domínios de estrutura e função corporal, atividade e participação, de acordo com a CIF.

Corroborando este estudo, Palma et al.⁽³⁰⁾ avaliaram os efeitos da RV nos diferentes domínios da CIF, sugerindo efeitos positivos sobre os domínios de estrutura e função corporal mas inconclusivos sobre atividade e participação e, do mesmo modo, destacaram a necessidade de estudos mais robustos que investiguem os efeitos da RV sobre os domínios de atividade e participação em sujeitos com AVC.

Neste contexto, considerando: 1) a importância da recuperação do equilíbrio nesta população; 2) a escassez de informações sobre a influência do treino de equilíbrio nos domínios de estrutura e função corporal, atividade e participação; 3) as potenciais vantagens oferecidas pela RV para o treino de equilíbrio e 4) a carência de estudos analisando os efeitos do uso da RV nos domínios da CIF, este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de um treino de equilíbrio em ambiente virtual sobre os domínios de estrutura e função corporal, de atividade e de participação, em pessoas com sequelas crônicas de AVC.

1.2. Revisão da Literatura

1.2.1 O Acidente Vascular Cerebral

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, o AVC constitui a segunda maior causa de morte em pessoas acima de 60 anos de idade e a quinta causa em pessoas entre 15 e 59 anos⁽³¹⁾. No Brasil, o AVC constitui a terceira causa de morte, embora as taxas de mortalidade tenham apresentado declínio nos últimos anos⁽³²⁾.

De acordo com Benseñor et al.⁽³³⁾ uma Pesquisa Nacional de Saúde realizada no Brasil em 2013 estimou que aproximadamente 2,2 milhões de pessoas apresentam diagnóstico de AVC e dentre estas, 568 mil apresentam incapacidade grave.

O AVC é caracterizado como uma deficiência neurológica atribuída à lesão focal aguda do sistema nervoso central (SNC), de origem vascular, incluindo o infarto cerebral, a hemorragia intracerebral e hemorragia subaracnóidea⁽³⁴⁾.

O AVC é classificado de acordo com sua etiologia em isquêmico ou hemorrágico. O AVC isquêmico, tipo mais frequente, é decorrente de obstrução de um vaso sanguíneo com redução do fluxo em determinada artéria e consequente morte celular em seu território de irrigação. O AVC hemorrágico ocorre após ruptura de um vaso sanguíneo com consequente sangramento na região acometida, o que acarreta no aumento da pressão intra-craniana e efeito tóxico do sangue no tecido ao seu redor ⁽³⁵⁾.

Segundo as recomendações da *American Heart Association* e *American Stroke Association* a base do tratamento do AVC isquêmico consiste na rápida administração intravenosa de ativador do plasminogênio tissular recombinante para restauração aguda do fluxo sanguíneo. Este procedimento, conhecido como trombólise, deve ser realizado em até quatro horas e meia após início dos sintomas, é indicado para os indivíduos que atendem às diretrizes nacionais e internacionais de elegibilidade e mostra-se eficaz na redução da morbidade a longo prazo ⁽³⁶⁾. Após a trombólise, o tratamento médico consiste em estabilizar clinicamente o paciente e investigar as causas do AVC para prevenir sua recorrência ⁽³⁷⁾.

Nos casos de AVC hemorrágico, o tratamento consiste em manter o paciente clinicamente estável, com atenção especial ao controle da pressão arterial e da pressão intracraniana ⁽³⁾.

A despeito dos avanços no tratamento médico que tem levado à redução na mortalidade secundária ao AVC e ao melhor prognóstico de recuperação, a incidência de incapacidade entre os sobreviventes permanece alta, de modo que a reabilitação constitui um dos pilares no tratamento após o AVC ⁽³⁸⁾.

Os sinais e sintomas secundários ao AVC são resultado da extensão e localização da área afetada, mas geralmente incluem alterações motoras, sensitivas e espasticidade³ do

³ Espasticidade é uma desordem motora caracterizada pela hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento, manifestada por sinais clínicos como aumento do tônus, dos reflexos e clônus⁽³⁹⁾.

Campbell W. DeJong – O exame neurológico. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.

lado oposto à lesão cerebral; deficiência de campo visual; afasia⁴; alterações emocionais e das funções cognitivas superiores⁵ (34, 38, 40, 41).

Em cada indivíduo esses sinais e sintomas podem impactar de maneira distinta a funcionalidade e a participação, de modo que a Organização Mundial de Saúde propõe que o tratamento desses indivíduos siga as orientações da CIF⁽³¹⁾. Esta classificação aborda o impacto funcional e social do AVC no indivíduo, considerando a interação entre as deficiências nos domínios estrutura e função e atividade e participação, e a influência dos fatores ambientais e fatores pessoais. As principais alterações de estrutura e função, atividade e participação apresentadas pelos sujeitos após um AVC são exibidas na figura 1⁽⁴¹⁾.

⁴ Afasia é um transtorno da capacidade de produzir, compreender ou repetir diferentes formas de linguagem (39). Ibid.

⁵ Disfunções cognitivas superiores englobam comprometimento da atenção, da execução de movimentos, do reconhecimento de estímulos sensoriais e desorientação espacial, entre outros (39). Ibid.

Figura 1 - A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde para o efeito do Acidente Vascular Cerebral (AVC) em um indivíduo. Esta figura resume os principais aspectos afetados após um AVC, segundo a Organização Mundial de Saúde. Adaptado de Langhorne et al., 2011⁽⁴¹⁾.

1.2.1.1 Alteração do equilíbrio após o AVC

Dentre as alterações após AVC, o equilíbrio é contemplado diretamente na CIF no domínio atividade e participação nos itens d410-d429, referentes a “mudar e manter a posição corporal”⁽³¹⁾. As alterações do equilíbrio são frequentes entre os indivíduos com AVC e de extrema importância, pois estão diretamente relacionadas às alterações da

marcha ^(7, 42), dependência nas AVDs ⁽⁴³⁾ e maior risco de queda ⁽¹²⁾. Apesar das melhoras obtidas com a reabilitação na fase aguda, as alterações de equilíbrio são frequentes em sujeitos com sequelas crônicas ^(44, 45).

O controle postural refere-se à manutenção da posição do corpo no espaço a partir de dois propósitos: 1) a orientação postural, que consiste em manter uma relação adequada entre os segmentos corporais, o corpo e o ambiente e 2) o equilíbrio, ou estabilidade postural, que pode ser definido como a capacidade de manter o centro de massa⁶ projetado dentro dos limites de estabilidade. Os limites de estabilidade são os limiares nos quais o corpo pode manter sua posição sem mudar a base de apoio⁷, e variam de acordo com a postura, a tarefa, o ambiente e as características biomecânicas do indivíduo ⁽⁴⁷⁾.

O equilíbrio é um processo complexo que envolve a recepção e a integração de estímulos sensoriais para percepção das características do indivíduo e do ambiente num determinado momento e o planejamento e execução de movimentos necessários para controlar o centro de gravidade⁸ sobre a base de apoio ⁽⁴⁶⁾.

O processamento adequado de informações visuais, vestibulares e somatossensitivas é fundamental para o controle do equilíbrio, uma vez que o SNC recebe, compara, seleciona e combina estas informações para determinar a posição do corpo no espaço. Diante destas informações, o SNC escolhe estratégias de movimento e seleciona ajustes musculares adequados a cada contexto, de modo a produzir movimentos do corpo com o intuito de manter o equilíbrio, seja em uma condição estática ou dinâmica ⁽⁴⁶⁾.

Os mecanismos responsáveis pelas alterações do equilíbrio após o AVC são diversos e envolvem o comprometimento de estruturas responsáveis pelo processamento sensorial e/ou de estruturas envolvidas nas respostas motoras ⁽⁴⁶⁾.

Conforme a área afetada pelo AVC o indivíduo pode apresentar limitações na percepção, interpretação e integração das informações sensoriais. Particularmente, as lesões que afetam o hemisfério direito interferem no processamento de informações

⁶ O centro de massa é definido como ponto que está no centro da massa corpórea total ^{(46. Umphred D. Reabilitação Neurológica. 4ª ed. Barueri: Manole; 2004.}

⁷ A base de apoio é definida como a área do objeto que está em contato com a superfície de apoio ^{(46. Ibid.}

⁸ O centro de gravidade é um ponto imaginário no espaço onde, segundo cálculos biomecânicos, o total de forças e momentos medidos é igual a zero. Em uma pessoa em bipedestação, normalmente ele está localizado à frente da coluna, no nível da 2ª vertebra sacral ^{(46. Ibid.}

espaciais, prejudicando a representação interna do corpo no espaço e, consequentemente, o controle postural ⁽⁴⁸⁾.

Estudos apontam ainda que em função do comprometimento na percepção e integração das diferentes informações sensoriais, o controle postural após AVC se torna mais dependente da informação visual e exige maior demanda atencional ^(49, 50).

Adicionalmente, o AVC pode promover alterações cognitivas que, somadas à maior necessidade de demanda atencional podem influenciar no controle postural, especialmente em tarefas complexas ⁽⁵¹⁾.

No que diz respeito ao desempenho de respostas motoras para o controle do equilíbrio, a fraqueza e alteração do tônus muscular no membro inferior afetado estão diretamente relacionadas às consequências mais características da hemiparesia: 1) a assimetria na descarga de peso, com maior descarga no membro preservado e 2) o aumento da oscilação postural, especialmente no plano frontal ^(6, 52).

De fato, de Haart et al. ⁽⁵³⁾ mostraram que quando comparados com idosos saudáveis os indivíduos com AVC apresentam, em bipedestação, aumento da amplitude e velocidade de oscilação, especialmente no plano frontal associada à assimetria na descarga de peso, que aumenta em condições de dupla tarefa. Além disso, observaram maior assimetria nos sujeitos com maior comprometimento do tônus muscular e da sensibilidade. Do mesmo modo, Roerdink et al. ⁽⁵⁴⁾ atribuem a maior oscilação e assimetria à ausência do controle muscular seletivo e aumento de tônus no membro inferior afetado, porém consideram que as alterações sensoriais não são determinantes neste caso.

Diante destas alterações, as estratégias posturais necessárias para manter a estabilidade durante uma postura ou troca postural também são afetadas após o AVC. Entre estas estratégias estão os ajustes antecipatórios e compensatórios, que desencadeiam respostas posturais adequadas para cada desequilíbrio, seja este de origem intrínseca ou extrínseca ⁽⁴⁶⁾.

Os ajustes posturais antecipatórios (APA) são ativações musculares que ocorrem para estabilizar a postura e precedem o início do movimento. Esta atividade muscular preparatória ocorre para compensar forças desestabilizadoras decorrentes de deslocamentos relacionados ao movimento ⁽⁴⁷⁾.

Após o AVC a incapacidade de coordenar ajustes musculares posturais interfere no desempenho dos APA adequados ⁽⁵⁵⁾, bem como na aquisição de APA associados a uma nova tarefa ⁽⁵⁶⁾. Um estudo de Slijper et al. ⁽⁵⁷⁾ comparou a ativação muscular relacionada aos APA durante o movimento de elevar o braço em indivíduos normais e sujeitos com AVC e observou que a sequência de ativação muscular no hemicorpo afetado dos sujeitos com AVC é semelhante, mas ocorre de maneira atrasada e reduzida em relação aos indivíduos normais.

A assimetria na descarga de peso é outro fator que interfere nos APA de indivíduos após o AVC, uma vez que limita a capacidade de transferir de forma voluntária ou involuntária, o peso corporal de um membro para outro na bipedestação. A assimetria na descarga de peso em bipedestação é comum nas pessoas com AVC e está associada ao grau de comprometimento motor ⁽⁵⁴⁾. Quanto maior a fraqueza muscular, maior a instabilidade do membro afetado ao receber carga ⁽⁵²⁾ e, portanto, maior a oscilação no plano frontal. Deste modo, a maioria dos indivíduos costuma adotar como estratégia a maior descarga de peso no membro inferior preservado, culminando na assimetria.

Estudos que avaliaram o deslocamento máximo em bipedestação mostram que, quando comparados a indivíduos saudáveis da mesma idade, os sujeitos após AVC apresentam prejuízo multidirecional no deslocamento máximo na bipedestação ⁽⁵⁸⁾, em especial quando o deslocamento é sobre o membro afetado ⁽⁵⁹⁾, além de redução na velocidade do deslocamento e no controle direcional ^(53, 60).

Como consequência da assimetria na descarga de peso e, portanto, da limitação na transferência de peso entre os membros inferiores, os sujeitos com AVC utilizam apenas pequena parte de sua base de apoio para os deslocamentos voluntários, o que reduz os limites de estabilidade e pode levar ao uso precoce da estratégia do passo, ou seja, a utilização de ajustes posturais compensatórios (APC) que, por sua vez, também estão alterados ⁽⁶¹⁾.

Os APC consistem em respostas musculares desencadeadas por perturbações externas inesperadas, ou diante da ineficiência dos APA em manter os limites de estabilidade. A estratégia do passo, uma das reações compensatórias, é caracterizada por: 1) responder muito rapidamente ao desequilíbrio e com movimentos rápidos; 2) apresentar amplitude e trajetória proporcionais ao grau de instabilidade e 3) capacidade de se adaptar às demandas e características ambientais ^(62, 63). Deste modo, após o AVC

com o atraso no início de respostas musculares, bem como a alteração no padrão de ativação muscular no membro afetado ⁽⁶⁴⁾ estas estratégias tornam-se limitadas, aumentando o risco de quedas nessa população⁽¹³⁾.

Neste contexto, vários estudos investigam as características e os efeitos da assimetria na descarga de peso sobre o equilíbrio, a marcha e as AVDs de indivíduos após AVC, bem como a influência da reabilitação neste processo.

A prevalência da assimetria na descarga de peso em bipedestação bem como seus eventuais fatores determinantes foi investigada por Mansfield et al. ⁽⁶⁵⁾ em 147 pessoas com sequelas crônicas de AVC. Segundo esse estudo, 59 sujeitos eram simétricos, 18 apresentavam assimetria com maior descarga de peso no membro afetado e 70 apresentavam assimetria com maior descarga de peso no membro preservado. Quanto às características dos sujeitos nos diferentes grupos foram encontradas diferenças na severidade do AVC e acometimento do membro inferior entre o grupo simétrico e o assimétrico com maior descarga de peso no membro preservado. Adicionalmente, houve maior oscilação postural médio-lateral no grupo assimétrico com maior descarga de peso no membro afetado em relação ao grupo simétrico e não houve diferença na oscilação postural entre os dois grupos assimétricos. Deste modo, a assimetria na descarga de peso é frequente após o AVC e está relacionada à maior oscilação postural.

Este mesmo grupo investigou ainda, por meio de estudo retrospectivo, se havia a preferência por um membro durante a estratégia do passo em 59 indivíduos após AVC. Os resultados apontaram que na maioria das tentativas os sujeitos utilizaram o membro preservado para o passo, sendo este o membro preferencial. Quando o membro preferencial era restrito, a maioria dos sujeitos era capaz de dar o passo com o outro membro, entretanto em 20% das tentativas os indivíduos iniciavam estratégias inadequadas que resultavam em necessidade de apoio para evitar a queda. Assim, este estudo revelou a capacidade limitada dos indivíduos com AVC em se adaptar às demandas ambientais durante a estratégia do passo. Essa limitação na execução de estratégias compensatórias pode ser um fator agravante ao risco de queda nessa população⁽⁶³⁾.

Um estudo retrospectivo com análise de 94 pessoas com sequelas de AVC analisou a relação entre a assimetria na descarga de peso em bipedestação e o desempenho na marcha. Segundo esta análise, existe importante relação entre a assimetria na descarga

de peso em bipedestação e a assimetria na marcha, independente do grau de acometimento motor no membro inferior afetado⁽⁴²⁾.

Os efeitos da assimetria na descarga de peso foram relacionados ainda ao tempo para subir e descer escadas em sujeitos com AVC. A análise de 60 sujeitos com hemiparesia mostrou que o melhor desempenho para subir e descer escadas estava relacionado à maior força muscular em dorsiflexores de tornozelo, maior velocidade da marcha e maior descarga de peso no membro inferior afetado durante a marcha⁽⁶⁶⁾.

Neste contexto, considerando o impacto da assimetria na descarga de peso em indivíduos com AVC, estudos tem investigado os efeitos da reabilitação sobre a assimetria e equilíbrio funcional.

Vearrier et al.⁽⁶⁷⁾ analisaram os efeitos de um programa de reabilitação intensivo sobre o equilíbrio de sujeitos com sequelas crônicas de AVC. O tratamento consistiu em dez sessões de seis horas diárias de treino (incluindo fortalecimento muscular, exercícios de ganho de mobilidade, treino de equilíbrio e marcha) e promoveu melhora significativa nas medidas clínicas analisadas bem como diminuição na assimetria na descarga de peso. Os autores destacam ainda que essas melhoras permaneceram por um período de três meses após o final da intervenção.

Tsaklis et al.⁽⁶⁸⁾ investigaram os efeitos de quatro semanas de treino de descarga de peso (durante o equilíbrio estático, dinâmico e durante a marcha) sobre o equilíbrio e a distribuição do peso em bipedestação e durante o alcance funcional anterior em sujeitos com sequelas crônicas de AVC. Após o treino, houve melhora do equilíbrio funcional, mas não da distribuição do peso. Segundo os autores, o reduzido período de intervenção não foi suficiente para mudar a descarga de peso, mas os sujeitos foram capazes de encontrar estratégias para um equilíbrio mais eficiente.

Um estudo mais recente avaliou os efeitos de um programa de reabilitação associado à estimulação sensoriomotora no pé afetado sobre a simetria na descarga de peso em 20 sujeitos com sequelas crônicas de AVC. O protocolo de seis semanas foi realizado pelo grupo controle e o grupo experimental recebeu, além disso, a estimulação sensoriomotora no pé. Ao final do tratamento, apenas o grupo experimental apresentou aumento na descarga de peso no membro inferior afetado e, portanto, menor assimetria na descarga de peso em bipedestação⁽⁶⁹⁾.

Assim, de acordo com a literatura, as alterações no equilíbrio em sujeitos com sequelas de AVC podem ser minimizadas por meio de diferentes intervenções. Diante desses achados surgem, no entanto, duas perguntas. A primeira refere-se aos mecanismos neurais que fundamentariam essas modificações e a segunda, se estes mecanismos se aplicariam a um indivíduo após lesão do SNC.

Um importante estudo sobre os mecanismos neurais que fundamentam a melhora do equilíbrio, porém em indivíduos saudáveis, investigou as alterações corticais imediatas induzidas pelo treino de equilíbrio. Este estudo comparou as alterações corticais induzidas por uma sessão composta por: tarefas desafiadoras para treino de equilíbrio; atividade mental; repouso ou movimentação ativa de membros superiores e inferiores. Os resultados mostraram que uma única sessão de equilíbrio: 1) aumentou a espessura do córtex motor; 2) o aumento foi específico nas áreas de representações corticais de grupos musculares envolvidos na tarefa de equilíbrio; e 3) que as alterações corticais não foram observadas após o uso repetitivo dos músculos em questão. Coletivamente, essas constatações indicam que o treino de equilíbrio induziu aprendizagem motora provocando alterações rápidas e específicas na estrutura do córtex motor⁽⁷⁰⁾.

E finalmente, para responder à segunda pergunta, referente às alterações neurais que fundamentam o treino de equilíbrio em indivíduos após o AVC, apontaremos a seguir como se comporta o SNC após o evento isquêmico e como se dá o processo de recuperação funcional.

1.2.1.2 A Recuperação funcional após o AVC

A recuperação funcional consiste na melhora na capacidade de um indivíduo em realizar atividades funcionais, como auto-cuidado e mobilidade de maneira independente⁽⁷¹⁾. A recuperação funcional é observada principalmente nos primeiros meses após o AVC, embora continue ocorrendo na fase crônica, principalmente diante da reabilitação⁽⁷²⁻⁷⁵⁾. Diversos fatores influenciam esta recuperação, tais como o tamanho da lesão e o grau de comprometimento inicial, de modo que quanto maior a lesão e o comprometimento inicial, pior o prognóstico de recuperação^(76, 77).

Esta recuperação na fase aguda ocorre espontaneamente, como resultado de respostas fisiológicas à lesão, que por sua vez se somam aos resultados decorrentes da

neuroplasticidade, processo mais duradouro e que pode ser potencializado pela reabilitação ⁽⁷⁸⁾.

A recuperação funcional espontânea que acontece especialmente até um mês após o AVC é decorrente: 1) da reorganização neuronal perilesional vinculada, por exemplo, à redução do processo inflamatório, ao restabelecimento das características do microambiente, ao restabelecimento das funções de neurônios perilesionais que estavam silentes; 2) do aparecimento de movimentos compensatórios, que surgem como uma nova estratégia para realizar um movimento, e muito provavelmente não refletem uma melhora estrutural, mas a adoção de uma estratégia funcional e 3) da neuroplasticidade, deflagrada nos estágios iniciais de recuperação e envolve não apenas áreas perilesionais, mas áreas distantes ao foco de lesão ^(79, 80).

A reorganização neuronal perilesional está intimamente relacionada ao tamanho da lesão, ao restabelecimento agudo do fluxo sanguíneo local e ao monitoramento e controle das complicações clínicas pós AVC. Neste sentido, as unidades de AVC vêm sendo implantadas em todo o mundo e, por meio de protocolos específicos de tratamento na fase aguda, vem reduzindo a mortalidade e morbidade secundária ao AVC ⁽³⁶⁾.

O aparecimento de movimentos compensatórios após o AVC é uma estratégia bastante comum e consiste na realização de movimentos compensatórios em um padrão acentuado ou diferente do usual em segmentos proximais ou menos afetados pela lesão ⁽⁷⁹⁾. Sujeitos com fraqueza do membro inferior, por exemplo, durante a marcha aumentam a elevação da pelve na fase de oscilação deste membro por meio da maior ativação do músculo quadrado lombar ipsilateral, para compensar a incapacidade dos músculos flexores de quadril e de tornozelo em realizar a flexão de quadril e dorsiflexão, respectivamente. Por um lado, estas estratégias permitem a realização da função, aumentando a independência do paciente, mas por outro, podem levar à subutilização dos segmentos afetados, reduzindo o potencial de recuperação destes ⁽⁷⁹⁾.

A neuroplasticidade consiste na capacidade do sistema nervoso em modificar sua estrutura e função como forma de adaptação às alterações do meio ambiente ⁽⁸¹⁾. Modificações sinápticas e estruturais ocorrem em regiões perilesionais após evento isquêmico. Estudos em ratos mostram a sinaptogênese e o remodelamento dendrítico ⁽⁸²⁾, bem como a expressão de genes que favorecem a formação de novas projeções axonais

nas áreas perilesionais ⁽⁸³⁾. Adicionalmente, estudos em ratos⁽⁸⁴⁾ e em humanos ⁽⁸⁵⁾ apontam o remodelamento sináptico e dendrítico em regiões contralaterais à lesão.

Deste modo, após o AVC a reorganização cortical em torno da lesão ou em áreas distantes é responsável pela recuperação da função motora ⁽⁸⁰⁾. De fato, estudos em humanos têm demonstrado a reorganização da atividade neural após o AVC, tanto ipsi quanto contralateral à lesão, especialmente nos córtices pré-motor e motor primário ^(86, 87). Discute-se também que os casos com maior ativação cortical ipsilateral à lesão apresentam maior potencial de recuperação funcional em relação aos que ativam áreas contralaterais durante o movimento do membro afetado^(88, 89).

Neste contexto, estudos têm investigado a ativação ipsi e contralateral à lesão diante da realização de movimentos com o membro afetado. O hemisfério não afetado pode apresentar ativação difusa diante de movimentos da mão afetada, esta ativação é mais expressiva nos indivíduos mais acometidos funcionalmente e excede a observada em indivíduos saudáveis durante a realização dos mesmos movimentos ^(74, 90, 91).

Duas frentes de pesquisa interpretam estes resultados de maneira distinta: uma delas sugere que a ativação do hemisfério não afetado consiste em uma maneira de contribuir para a recuperação funcional após AVC e que esta ativação reflete a ativação de circuitarias que substituiriam as afetadas pela lesão e assumiriam suas funções⁽⁹²⁾; a outra frente, o modelo de competição inter-hemisférica, mais aceito e estudado atualmente, sugere exatamente o oposto, que no cérebro intacto existe uma inibição equilibrada inter-hemisférica e que a lesão de um hemisfério pelo AVC interfere nesse equilíbrio por meio da redução da inibição do hemisfério afetado sobre o não afetado e, concomitante, aumento da inibição do hemisfério não afetado sobre o afetado. Deste modo, a maior ativação do hemisfério não afetado durante o movimento do membro afetado refletiria negativamente no potencial de recuperação ⁽⁹³⁻⁹⁵⁾.

A reorganização cortical após AVC tem sido estudada em humanos. Em 2002, Carey et al. ⁽⁹⁶⁾ mostraram que um treino intensivo melhorou o movimento dos dedos de indivíduos com sequelas crônicas de AVC, refletindo em melhora funcional no uso da mão afetada e, que esta melhora foi acompanhada por reorganização cortical. De acordo com dados obtidos por ressonância magnética funcional, após o treino houve maior ativação ipsilateral à lesão das seguintes áreas: córtex sensoriomotor, córtex motor primário, córtex sensorial primário, córtex pré-motor e área motora suplementar. Segundo

os autores, antes do treino os indivíduos apresentavam maior ativação cortical contralateral à lesão durante o movimento dos dedos e, após o treino, esta ativação passou a ser ipsilateral, refletindo a reorganização cortical perilesional induzida pelo exercício.

Do mesmo modo, Yen et al. ⁽⁹⁷⁾ em 2008 investigaram os efeitos de um treino específico de marcha no desempenho motor e excitabilidade cortical em pessoas com sequelas crônicas de AVC. O grupo controle realizou fisioterapia convencional por quatro semanas enquanto o grupo experimental, além da fisioterapia, realizou treino de marcha específico pelo mesmo período. Após o tratamento, o grupo controle apresentou melhora na velocidade e cadência da marcha, mas sem alterações significativas na ativação cortical, enquanto no grupo experimental foram observadas melhora no equilíbrio, na velocidade e comprimento do passo, além de diminuição significativa da ativação cortical no hemisfério não afetado, bem como aumento da área de representação referente a músculos do membro inferior afetado no hemisfério ipsilateral à lesão.

Mais recentemente, Omiyale et al. ⁽⁹⁸⁾ examinaram os efeitos de um treino de equilíbrio por meio de realidade virtual na excitabilidade cortical e equilíbrio de pessoas com sequelas crônicas de AVC. O treino consistiu em nove sessões de 60 minutos de treino de equilíbrio com uso do NWF. Ao final do tratamento, foram observadas melhoras funcionais e melhora na simetria inter-hemisférica. Assim, os autores concluíram que o NWF é capaz de modular a excitabilidade cortical após o AVC e, deste modo, facilitar as alterações neurais para alcançar a máxima recuperação funcional, sendo, portanto, recomendado como adjuvante da reabilitação.

1.2.1.3 Uso da realidade virtual na reabilitação após AVC

A maioria das abordagens terapêuticas que induzem a reorganização cortical é baseada nos princípios do aprendizado motor e, portanto, definem a prática significativa, repetitiva e intensiva como elementos fundamentais para que o treino motor produza reorganização cortical ⁽⁹⁹⁻¹⁰¹⁾.

Por contemplar de maneira inovadora esses elementos fundamentais, bem como outros elementos facilitadores do aprendizado motor, a RV vem sendo incorporada às ferramentas terapêuticas para reabilitação após AVC. A figura 2 apresenta os fatores

associados à promoção da neuroplasticidade atribuídos à terapia utilizando a RV para reabilitação de indivíduos após AVC, segundo Fu et al. ⁽¹⁰²⁾.

Figura 2 - Fatores associados à promoção da neuroplasticidade incorporados ao uso da RV na reabilitação de indivíduos após AVC, adaptado de Fu et al. ⁽¹⁰²⁾.

De fato, os efeitos da RV na reorganização cortical foram identificados por You et al. ⁽¹⁰³⁾ quando estudaram 10 sujeitos com sequelas crônicas de AVC divididos em grupo controle (não recebeu intervenção) e grupo experimental (realizou exercícios em RV por 60 minutos, cinco vezes por semana por quatro semanas), submetidos às avaliações clínicas da marcha e de ressonância magnética funcional antes e após a intervenção. Os resultados indicaram que a RV induziu melhora funcional na marcha e que a ativação cortical relacionada aos movimentos do membro inferior afetado, que antes da RV era maior no hemisfério contralateral à lesão, passou a ser maior no hemisfério ipsilateral, evidenciando reorganização cortical induzida pelo treino em RV.

Este mesmo grupo, utilizando metodologia semelhante, estudou também os efeitos da RV na reorganização cortical associada à melhora funcional do membro superior. Resultados semelhantes foram observados: melhora funcional no membro superior afetado induzida pela RV, associada ao aumento da ativação cortical ipsilateral à lesão.

Os autores sugerem que a repetição de movimentos pelo membro afetado durante os exercícios com RV tenha promovido a potenciação sináptica, desencadeando a neuroplasticidade induzida pela prática, responsável pela melhora motora ⁽¹⁰⁴⁾.

Deste modo, considerando o potencial da RV como ferramenta terapêutica, estudos analisaram diferentes aspectos de seu uso bem como seus efeitos em diferentes populações.

Entre os sistemas de RV existem dois principais grupos: os chamados “customizados ou ambiente virtual” e os denominados “comerciais”⁹. Os sistemas customizados apresentam uso preferencial em laboratórios de pesquisa, e foram desenvolvidos especificamente para reabilitação. Nesse grupo encontram-se sistemas como o *Interactive Rehabilitation & Exercise System (IREX)*, o *Jintronix* e o *Virtual Reality Rehabilitation System (VRRS)*, com efeitos investigados em diferentes populações, incluindo sujeitos após AVC ^(23, 107). Entre os sistemas comerciais estão o *Nintendo Wii (NW)*, o *Sony PlayStation* e o *Microsoft Xbox* desenvolvidos especificamente para o entretenimento e que foram incorporados à reabilitação tanto em pesquisa quanto na prática clínica ^(29, 108-110).

Alguns dos sistemas do grupo customizado apresentam maior imersão, proporcionando ao jogador uma sensação mais realista de presença no mundo virtual, de modo que em jogos do *IREX* por exemplo, o jogador tem sua imagem inserida no cenário virtual, enquanto que no *VRRS* quando vinculado ao uso de óculos de RV permite a imersão do jogador em cenários específicos, mas sem referência do jogador no cenário. Contudo, estes sistemas são caros, demandam em alguns casos grandes espaços com adequações específicas, e alguns apresentam jogos muito poucos atrativos e desafiadores.

Em virtude da maior disponibilidade, da portabilidade, da facilidade em sua

⁹ A classificação dos sistemas de RV em “customizados ou ambiente virtual” referentes aos sistemas desenvolvidos especificamente para a reabilitação e “comerciais” para aqueles desenvolvidos para recreação e utilizados em pesquisa e na prática clínica é utilizada por Pietrzak et al., 2014, por Lohse et al., 2014, por Bonnechère et al., 2016 e mais recentemente por Laver et al., 2017 em última revisão sistemática sobre RV em AVC da *The Cochrane Library*. ⁽¹⁰⁵⁾ Pietrzak E, Pullman S, McGuire A. Using Virtual Reality and Videogames for Traumatic Brain Injury Rehabilitation: A Structured Literature Review. *Games Health J.* 2014;3(4):202-14. ⁽²⁸⁾ Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;11:CD008349. ⁽²⁹⁾ Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One.* 2014;9(3):e93318. ⁽¹⁰⁶⁾ Bonnechère B, Jansen B, Omelina L, Van Sint Jan S. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. *Int J Rehabil Res.* 2016;39(4):277-90.

utilização e principalmente do menor custo, os jogos comerciais tem se mostrado mais vantajosos do que os customizados. Especificamente para reabilitação de sujeitos após AVC não foram encontradas diferenças entre os resultados obtidos entre os jogos customizados e os comerciais^(28, 29).

Em 2016, ao investigar os efeitos dos jogos comerciais na reabilitação, Bonnechère et al.⁽¹⁰⁶⁾ relataram que entre os jogos comerciais o NW foi o mais utilizado (79% dos estudos), seguido do *Xbox* (13%) e *PlayStation* (8%). Segundo os autores isso se deve a três aspectos: o primeiro é o fato de o NW ter sido o pioneiro entre os chamados "*active games*"¹⁰ com lançamento em 2006, o segundo é que seu lançamento foi vinculado a um programa de atividade física e *fitness* com o pacote de jogos do NW *Fit* (NWF), favorecendo a transposição para a reabilitação e o terceiro, é que além do pacote do NWF, muitos outros jogos são facilmente incorporados ao processo de reabilitação, seja por suas demandas motoras, cognitivas ou de dupla-tarefa, seja pela possibilidade de variação nos níveis de dificuldade.

Dentre os jogos comerciais, o NW tornou-se bastante popular e sua aplicabilidade tem sido estudada não apenas em indivíduos com sequelas de AVC, mas em várias frentes de pesquisa, que incluem sua utilização como ferramenta de avaliação de força muscular^(111, 112) e de equilíbrio⁽¹¹³⁻¹¹⁵⁾, bem como ferramenta de tratamento para fortalecimento muscular e funcionalidade em idosos⁽¹¹⁶⁾, ganho de amplitude de movimento, redução da dor e melhora da marcha após cirurgia de joelho⁽¹¹⁷⁾, treinamento cardiovascular de pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica⁽¹¹⁸⁾, treino de marcha após amputação de membro inferior⁽¹¹⁹⁾, melhora das AVDs em pessoas com Doença de Parkinson⁽¹²⁰⁾, e da função de membro superior de pessoas com sequelas de AVC⁽²³⁾, entre outros.

Os jogos do NWF têm sido utilizados com frequência no treino de equilíbrio em sujeitos após AVC por favorecerem deslocamentos de peso em diferentes direções, velocidades e contextos para atingir objetivos específicos, por repetidas vezes, enquanto oferecem informações do desempenho. Deste modo, favorecendo a descarga de peso no membro afetado e melhora dos limites de estabilidade de maneira interativa e motivadora

¹⁰ O termo "*active games*" é aplicado para caracterizar os jogos de vídeo game que envolvem o maior movimento do corpo para realizar o jogo, com identificação dos movimentos do jogador, seja por sensores que identificam pontos no corpo do jogador, como o *Xbox* ou por sensores nos controles remotos e plataforma de força como o NW.

(121).

Embora vários estudos tenham mostrado que a plataforma de força do NWF (a *Wii balance board*, WBB) apresenta validade e confiabilidade semelhantes a outras plataformas de força utilizadas em posturografia ^(113-115, 122-126) apenas o estudo de Barcala et al. ⁽¹²⁷⁾ destacou a importância desta interface no treino de equilíbrio em pessoas com sequelas de AVC, considerando que o biofeedback oferecido pela WBB tem importante contribuição nos processos de neuroplasticidade.

Particularmente para o tratamento de pessoas com sequelas de AVC que apresentam assimetria na descarga de peso e no uso do membro inferior afetado, esta interface torna-se uma ferramenta terapêutica muito útil, pois permite ao fisioterapeuta identificar se durante o treino de equilíbrio o indivíduo está de fato descarregando o peso no hemicorpo afetado, se está pontuando no jogo por meio de real utilização de seu membro afetado ou por meio de compensações. Além disso, permite que o sujeito tenha durante o jogo um feedback em tempo real de seu desempenho, do uso adequado do membro afetado e que possa, com direcionamento do fisioterapeuta, corrigir adequadamente seus movimentos e deslocamentos para um treino efetivo, favorecendo o aprendizado motor e a reorganização cortical.

Os estudos a respeito dos efeitos do treino de equilíbrio nesta população utilizam jogos que incorporam a WBB e se dividem em dois grupos principais: 1) os que encontram efeitos semelhantes entre o uso do NWF e treinos convencionais e 2) os que observam resultados superiores com uso do NWF.

No primeiro grupo encontram-se os estudos de Barcala et al. ⁽¹²⁷⁾ que compararam os efeitos de um treino de equilíbrio utilizando o NWF com um treino convencional sobre o equilíbrio, a simetria e a mobilidade funcional de sujeitos com sequelas de AVC. Os autores concluíram que o NWF foi efetivo na melhora de todas as medidas avaliadas, porém não foi superior aos resultados obtidos com o treino convencional. Yatar et al. ⁽¹²¹⁾ também não encontraram diferenças entre os efeitos do treino de equilíbrio com uso do NWF e do treino convencional (realizados três vezes por semana por quatro semanas) sobre a melhora no equilíbrio estático, dinâmico ou AVDs em 30 sujeitos com sequelas crônicas de AVC.

Dentre o segundo grupo de estudos, Cho et al. ⁽²⁴⁾ encontraram resultados superiores no equilíbrio dinâmico e mobilidade de sujeitos com sequelas crônicas de AVC

submetidos ao treino de equilíbrio com NWF em relação aos sujeitos submetidos ao treino convencional, ambos realizados cinco vezes por semana, por seis semanas.

Os efeitos positivos do NWF sobre a estabilidade de sujeitos com sequelas crônicas de AVC foram mostrados por Hung et al.⁽¹²⁸⁾ em estudo que comparou um treino de equilíbrio com uso do NWF com um treino de equilíbrio com descarga de peso em diferentes direções, ambos realizados duas vezes por semana por 12 semanas. O treino com NWF foi superior na melhora da estabilidade em bipedestação nas condições olhos abertos em superfície instável e olhos fechados em superfície estável, contudo, ambos os treinos promoveram efeitos semelhantes no alcance funcional anterior, medo de cair e desempenho no teste de levantar e andar.

Do mesmo modo, o estudo de Morone et al.⁽²⁵⁾ concluiu que o treino com uso do NWF foi mais efetivo que o treino convencional na melhora do equilíbrio e marcha de sujeitos pós AVC. Esse estudo incluiu 50 sujeitos com média de tempo de lesão de 60 dias, submetidos ao treinamento por três vezes por semana por quatro semanas.

E ainda, Pedreira da Fonseca et al.⁽¹²⁹⁾ ao comparar um treino em RV utilizando o *NW* com treino convencional observou que os dois programas promoveram melhora do equilíbrio durante a marcha, mas que as diferenças foram significativas apenas no grupo que realizou o treino em RV. Este estudo analisou 30 sujeitos com sequelas crônicas de AVC (média de 54 meses), com média de idade de 53 anos, submetidos a 20 sessões de uma hora de treino, duas vezes por semana.

Contudo, o mais recente *guideline* sobre reabilitação em AVC da *American Heart Association and American Stroke Association* endossa a revisão da *The Cochrane Library*⁽²⁸⁾ e coloca que o uso da RV pode ser benéfico para o treino de equilíbrio e marcha desta população, mas sua utilidade e eficácia ainda são pouco estabelecidas⁽¹³⁰⁾.

Além dos efeitos do uso da RV sobre o equilíbrio e marcha de pessoas com sequelas de AVC, estudos de revisão têm sugerido a análise dos efeitos desta abordagem sobre aspectos de participação do indivíduo, como a qualidade de vida, mas concluído que os dados a respeito são raros^(29, 30).

Em 2015, um estudo analisou os efeitos de um treino de equilíbrio com NWF sobre a qualidade de vida de pessoas com sequelas crônicas de AVC utilizando como medida a SF-36 e não encontrou efeitos superiores aos do treino controle⁽¹³¹⁾. Neste mesmo ano,

outro estudo utilizando o *Xbox Kinect*, avaliou os efeitos do treino em RV sobre o equilíbrio, marcha, depressão e relações interpessoais. Um treino de 30 minutos, cinco vezes por semana, por oito semanas utilizando RV foi comparado ao treino em bicicleta ergométrica. O estudo concluiu que ambos os treinamentos promoveram melhora no equilíbrio, na marcha e em alguns aspectos de depressão e relacionamento ⁽¹³²⁾.

Neste contexto, embora a utilização da RV como ferramenta terapêutica para o treino do equilíbrio em sujeitos após AVC tenha sua indicação fundamentada em diferentes conceitos da neurociência atual, os resultados, por ora, não são conclusivos.

Assim, este estudo investiga a hipótese de que o treino de equilíbrio com uso de RV com plataforma de força induziria a realização de movimentos com o membro inferior afetado de maneira repetitiva, intensiva e significativa, o que facilitaria os processos de plasticidade, promovendo a melhora da função do membro inferior afetado e do equilíbrio com repercussão na qualidade de vida desta população. Deste modo, o uso da RV com plataforma de força no treino de equilíbrio seria superior ao treino de mesma demanda motora, sem uso de RV, para promover melhora de aspectos de estrutura e função, atividade e participação em pessoas com sequelas crônicas de AVC.

1.3 Objetivos

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um treino de equilíbrio com uso de realidade virtual, por meio de jogos do NWF, sobre os domínios de estrutura e função corporal, atividade e participação de acordo com a CIF, em pessoas com sequelas crônicas de AVC.

Os objetivos específicos foram:

1. Analisar os efeitos de um treino de equilíbrio com uso de realidade virtual sobre a função motora do membro inferior afetado de pessoas com sequelas crônicas de AVC;
2. Analisar os efeitos de um treino de equilíbrio com uso de realidade virtual sobre o equilíbrio de pessoas com sequelas crônicas de AVC;
3. Analisar os efeitos do treino de equilíbrio com uso de realidade virtual sobre a marcha de pessoas com sequelas crônicas de AVC.
4. Analisar os efeitos do treino de equilíbrio com uso de realidade virtual sobre a qualidade de vida de pessoas com sequelas crônicas de AVC.

2. MÉTODOS

2.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um ensaio clínico controlado, randomizado e cego.

2.2 Participantes

Este estudo foi realizado de acordo com as normas sugeridas pelo *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)*⁽¹³³⁾, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (número 224/13, Anexo 1) e registrado no *Clinical Trials* (NCT01886183).

A divulgação do estudo para o recrutamento de sujeitos interessados foi realizada no jornal da Universidade de São Paulo e em programa local de televisão. O recrutamento foi realizado a partir da lista de interessados que entraram em contato após a divulgação, e da lista de espera para atendimento fisioterapêutico no ambulatório do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foram selecionados 40 sujeitos, randomizados por meio de sorteio em dois grupos: grupo experimental (GE, que recebeu treino de equilíbrio com uso de realidade virtual + exercícios globais) e grupo controle (GC, que recebeu treino de equilíbrio sem realidade virtual + exercícios globais).

Foram incluídos sujeitos com idade entre 18 e 65 anos, de ambos os sexos, com diagnóstico médico de AVC supra-tentorial, confirmado por tomografia computadorizada, ocorrido há pelo menos seis meses, capazes de permanecer sem apoio em bipedestação por dois minutos e caminhar 10 metros de maneira independente, acuidade visual normal ou corrigida, acuidade auditiva normal e capacidade de compreender e obedecer a comandos verbais.

Foram excluídos sujeitos com histórico de mais de um episódio de AVC, com outras doenças neurológicas, alterações cognitivas (pontuação menor ou igual a 20 na Montreal Cognitive Assessment (MoCA, Anexo 2) ⁽¹³⁴⁾, com afasia, sinais de heminegligência ou sintomas cerebelares detectados ao exame clínico, presença de

alterações musculoesqueléticas que comprometessem a descarga de peso, e que estivessem participando de outros programas de reabilitação.

Os critérios de inclusão e exclusão foram avaliados por meio de questionário estruturado, que contemplou também características dos sujeitos como tempo e tipo de lesão, lado afetado, uso de medicamentos, antecedentes pessoais, participação em outros tratamentos, etc (Anexo 3). Foi obtido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de cada participante antes do início do estudo (Anexo 4).

2.3 Local

O estudo foi realizado no Laboratório de Aprendizagem Sensorio Motora no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, localizado na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

2.4 Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais:

- uma plataforma de força *Balance Master NeuroCom*;
- um console do videogame *Nintendo Wii*®;
- um programa *Nintendo Wii Fit Plus*®;
- uma plataforma para registro das oscilações posturais (*Balance Board*® - *Nintendo*®) que serve de interface para os jogos do *NWF*;
- um controle remoto *Wii Remote* e um controle *Nunchuk*, que servem de interface para os jogos do *NWF*;
- um projetor multimídia (Samsung® modelo SP-M200S);
- uma tela para projeção (150x150cm, Visograf®);
- um divã;
- uma mesa de apoio (100x72x80 cm)
- um bastão de madeira (Carci®);
- uma plataforma de madeira (60x4,5x32cm);
- uma bola de borracha de 10 cm de diâmetro (Carci®);
- uma bola terapêutica de 60 cm de diâmetro (Carci®);
- uma faixa elástica (Carci®);

- duas cadeiras sem apoio para os braços;
- duas caneleiras de 1kg;
- duas caneleiras de 2kg;
- um objeto retangular que substituiu o controle remoto no grupo controle (15x5x5cm);
- rolos de lençol descartável;
- um esfigmomanômetro (BD);
- um estetoscópio (Rappaport Premium);
- um cronômetro digital;
- uma rampa de madeira com 10° de inclinação (60x60 cm);
- uma caixa de madeira (30x22,9x30 cm);
- anilha de 2,5kg
- dois cones;
- duas caixas de sapato;
- um quadrado de espuma (60x10x60cm);
- um contador de passos;
- um aplicativo de metrônomo (metrônomo real gratuito).

2.4.1 *Nintendo Wii Fit*®

O videogame *Nintendo Wii*® (NW) foi lançado no final de 2006 e revolucionou a maneira de jogar, pois permitiu que o jogador interagisse com os jogos não apenas por meio de movimentos da mão enquanto segurava o controle remoto, mas por meio de movimentos do corpo, que simulavam de maneira muito mais real e interativa a participação do jogador.

O *Nintendo Wii Fit*® (NWF) é composto por um console, que contém o *software*, por controles remotos e uma plataforma, que consistem nas interfaces que permitem a interação do jogador com o *software*, além do *compact disc (CD)* com os jogos (Figura 3). Os controles do NW, chamados *Wii Remote* e *Nunchuk*, utilizam acelerômetros emissores e sensores de sinal infravermelho para detectar mudanças de direção, velocidade e aceleração dos movimentos dos jogadores. A *Wii Balance Board*® (WBB) é uma plataforma com sensores que captam o sentido dos deslocamentos de peso dos jogadores. O *CD* do NWF contém jogos de equilíbrio, Yoga, exercícios aeróbicos, entre outros, que devem ser jogados sobre a WBB. Estes jogos exigem deslocamentos látero-

laterais, ântero-posteriores, movimentos rápidos e lentos, de grandes e pequenas amplitudes.

Figura 3 - Em A o console, a plataforma e os controles remotos e em B o CD de jogos do Nintendo Wii Fit Plus.

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=nintendo+wii+fit+plus>

No NWF o participante cria um avatar, cujas características físicas podem ser manipuladas para ter a aparência semelhante à do jogador. Os movimentos realizados pelo jogador são replicados pelo avatar na tela do jogo em tempo real, e durante o jogo há realimentação visual, auditiva e, em alguns casos, vibratória que podem facilitar o desempenho e a melhora das tarefas propostas.

Os jogos do NWF apresentam níveis de dificuldade, o que permite a utilização dos jogos por indivíduos com diferentes disfunções motoras, bem como a evolução do grau de dificuldade dentro do jogo. Este estudo utilizou 8 jogos do NWF para promover o treinamento de equilíbrio do GE.

A escolha pelo uso do NWF neste estudo foi determinada por alguns fatores: optamos por um sistema comercial, não apenas pelo custo e facilidade de obtenção e utilização imediata, mas também por vislumbrar futuros estudos que poderiam considerar o uso desta ferramenta pelos sujeitos em casa¹¹. Além disso, procuramos um sistema que tivesse uma plataforma de força como interface, pois consideramos essencial o feedback

¹¹ Na fase de desenvolvimento e deste estudo o NWF ainda era fabricado e estava disponível para a venda, durante o período de coleta foi lançado o *Wii U*, compatível com muitos jogos do NWF, que trazia novos jogos muito promissores para a reabilitação que incorporavam o uso da WBB. Contudo, antes do final deste estudo a Nintendo anunciou o fim da produção do Wii em todo mundo.

do uso do membro inferior afetado e da adequada descarga de peso durante os treinos nesta população específica.

Adicionalmente, o NWF apresentava uma variedade de jogos que estimulavam a simetria, a dupla-tarefa, o ritmo, a alternância de passos, a transferência de peso alternada em diferentes velocidades, além de proporcionar graus de dificuldades variáveis, e, portanto, adaptáveis a pessoas com maiores limitações motoras e/ou cognitivas. Neste sistema encontramos também jogos com cenários ricos, com grande contraste de cores, e possibilidade de maior interação entre os estímulos, especialmente os de ritmo. O NWF também apresentou rápida facilidade de reconhecimento do jogador, praticidade na seleção e troca dos jogos durante o treino, bem como a opção de personalização do avatar, adequando suas características às dos jogadores.

2.4.2 *Plataforma de Força Balance Master NeuroCom*

A plataforma de força modelo *Balance Master NeuroCom* com quatro sensores de força foi utilizada para a avaliação do equilíbrio dinâmico por meio do teste *Limits of Stability* (LOS).

O teste LOS avalia a capacidade do sujeito de se deslocar em oito direções e manter a estabilidade por oito segundos nestas posições. Durante o teste, a localização do centro de gravidade do sujeito é representada por um cursor na tela do computador e, ao sinal sonoro, o sujeito deve deslocar rapidamente este cursor e manter sua localização em um dos alvos identificados na tela (Figura 4). Neste estudo analisamos apenas o deslocamento horizontal máximo do indivíduo nas posições 3 e 7, correspondentes ao deslocamento máximo lateral para o lado afetado e preservado¹². Para tal análise, foram obtidos os dados brutos da plataforma de força, gerados em arquivos de texto, convertidos para o Excel e obtida a distância máxima alcançada pelo COG no eixo x em centímetros nas posições 3 e 7 ao longo de mil registros realizados em cada tentativa.

¹² Nos sujeitos com hemiparesia à direita, a posição 3 correspondia ao lado afetado e 7 ao preservado, nos com hemiparesia à esquerda o 7 correspondia ao lado afetado e 3 ao preservado.

Figura 4 - Tela do teste LOS. O X representa a posição inicial do sujeito, os 8 quadrados representam as 8 posições que o sujeito deve alcançar durante o teste. Os números 3 e 7 representam as posições analisadas, correspondentes ao lado afetado e não afetado, conforme o sujeito.

2.5 Procedimentos

2.5.1 Avaliações

Os dois grupos foram avaliados antes do treinamento (AT), depois de até 7 dias do treino (DT) e após 60 dias do término do treino (FU, Follow-up). A avaliação DT foi realizada após 7 a 8 dias após o final do treino e a avaliação FU foi realizada após 60 a 64 dias após o término do treino. As avaliações foram realizadas por avaliador cego, previamente treinado para aplicar as escalas de avaliação. As medidas selecionadas contemplam os domínios estrutura e função corporal, atividade e participação, de acordo com a CIF.

Para avaliação de estrutura e função foi aplicada a escala Fugl-Meyer -sessão membros inferiores (FM-MI). Para avaliação de Atividade foram realizados os testes de equilíbrio em plataforma de força e a escala de equilíbrio BESTest bem como teste de marcha de seis minutos (6-min). Para a avaliação da participação foi aplicada a escala de qualidade de vida EQVE-AVE.

As avaliações foram realizadas em dois dias. No primeiro, o participante passava por uma entrevista na qual respondia ao questionário sobre informações pessoais, apresentava os exames de imagem e passava por rastreio cognitivo por meio do MoCA. Em seguida, conforme os dados obtidos até então, o fisioterapeuta iniciava a avaliação do equilíbrio por meio da BESTest. No segundo dia de avaliação o participante era

submetido às avaliações do equilíbrio na plataforma de força, teste de 6-min, EQVE-AVE e FM-MI. Em cada um dos dias o participante permanecia em torno de 40 a 50 minutos em avaliação. Sempre que necessário o participante descansava entre um teste e outro, além disso, os testes físicos eram alternados aos questionários que o participante respondia sentado.

2.5.2 Intervenção

Após as avaliações iniciais os participantes realizaram 14 sessões de treinamento, duas vezes por semana, com duração aproximada de 60 minutos. Cada sessão consistiu em 30 minutos de exercícios globais de alongamento muscular, mobilidade axial e fortalecimento muscular do membro inferior afetado, com objetivo de promover o aquecimento necessário para o subsequente treino de equilíbrio. Em seguida, ambos os grupos realizaram mais 30 minutos de treino de equilíbrio: no GE o treino ocorreu com uso de oito jogos do NWF que estimulavam a descarga de peso simétrica com uso de pistas externas, *feedback* visual e rítmico; enquanto no GC o treino ocorreu com a realização de exercícios similares, pelo mesmo período de tempo, porém sem o uso dos jogos.

2.5.2.1 Exercícios Globais

Com objetivo de promover o aquecimento muscular para o treino de equilíbrio, bem como a ativação de grupos musculares afetados pelo AVC para sua efetiva atuação durante este treino, foram elaboradas quatro séries de exercícios (série I, II, III e IV) realizadas uma a cada sessão (ANEXO 5).

Cada série de exercícios de aquecimento foi composta por seis exercícios: (1) alongamento de cadeia posterior bilateral, com ênfase no músculo tríceps sural no membro afetado; (2) tríplice-flexão ativa ou ativo-resistida de membros inferiores, com ênfase na dorsiflexão de tornozelo afetado; (3) exercício de ponte ou extensão ativo-resistida de membros inferiores para ativação de músculos de cadeia extensora; (4) movimentos de flexão e extensão de tronco em diagonal em sedestação; (5) fortalecimento isométrico, excêntrico e concêntrico do músculo quadríceps no membro afetado e (6) dorsiflexão ativa de tornozelo.

Embora as quatro séries de exercícios de aquecimento contemplassem os mesmos exercícios, estes eram realizados de maneiras distintas, de modo a variar o aquecimento. O posicionamento do participante, o número de repetições de cada exercício, o tempo de manutenção em cada alongamento eram previamente definidos, exceto a carga para o exercício de fortalecimento de músculo quadríceps que era definida para cada participante no início do tratamento e ajustada conforme sua evolução.

Todos os exercícios foram executados na presença do fisioterapeuta, que realizava as correções necessárias para o melhor desempenho do participante em cada exercício. Se necessário o participante poderia descansar entre um exercício e outro, mas normalmente apenas o tempo para a troca de posicionamento e as explicações sobre o exercício seguinte era suficiente para o participante se sentir apto para o próximo exercício.

2.5.2.2 Treino Experimental

Após realizar uma das séries de aquecimento o GE iniciava o treino de equilíbrio com quatro jogos do NWF, definidos conforme a sessão de treino em questão.

Em todas as sessões cada jogo era repetido duas vezes e, antes de iniciar a primeira tentativa de cada jogo o fisioterapeuta explicava ao participante quais eram os objetivos do jogo, quais eram os movimentos e estratégias necessárias, e quais os movimentos compensatórios que não deveriam ser realizados. Esta primeira tentativa funcionava como uma familiarização ao jogo.

Durante a primeira tentativa o fisioterapeuta retomava verbalmente alguns aspectos dos movimentos e estratégias adequadas a fim de garantir o melhor desempenho do participante, oferecia estímulos verbais de reforço positivo ou negativo conforme o desempenho, e estímulos táteis para posicionar ou direcionar os movimentos adequados do participante ou para corrigir compensações e movimentos inadequados, bem como estimular o melhor uso do hemicorpo afetado durante o jogo.

Antes de iniciar a segunda tentativa de cada jogo o fisioterapeuta informava ao participante que não ofereceria mais nenhum estímulo tátil ou verbal sobre estratégias ou movimentos, mas que permaneceria ao lado do participante durante o jogo para lhe oferecer auxílio caso necessário. Nesta tentativa o participante jogava sozinho e o

fisioterapeuta apenas oferecia alguns estímulos verbais acerca do desempenho do participante (ou traduzia os estímulos verbais oferecidos em inglês pelo jogo) e se necessário solicitava verbalmente ao participante que corrigisse algum movimento compensatório.

A pontuação obtida pelo participante durante cada tentativa era apresentada ao final do jogo e o fisioterapeuta anotava o desempenho do participante na segunda tentativa a fim de analisar o aprendizado no jogo ao longo das sessões.

Ao término de cada jogo o fisioterapeuta perguntava se o participante gostaria de sentar antes de iniciar o próximo jogo e, quando isso era necessário o participante descansava enquanto o fisioterapeuta acessava o jogo seguinte.

2.5.2.2.1 Seleção dos Jogos

Para a seleção dos jogos uma comissão de três fisioterapeutas com experiência em reabilitação de pessoas com AVC considerou que os jogos deveriam atender aos seguintes critérios: (1) exigir descarga de peso alternada entre os lados direito e esquerdo do corpo; (2) estimular deslocamentos multidirecionais em diferentes velocidades; (3) impor o uso alternado dos membros inferiores por meio de estímulos externos para estimular a simetria e automatismo; (4) incorporar pistas rítmicas, visuais, auditivas; (5) incorporar demandas cognitivas como tomada de decisão e planejamento motor; (6) ser seguro e exequível para esta população, considerando suas limitações percepto-motoras e cognitivas; (7) exigir número significativo de repetições da ação a ser treinada.

Com base nestes critérios, e nos estudos de Deutsch et al.⁽¹³⁵⁾ e dos Santos Mendes et al.⁽¹³⁶⁾, oito jogos foram selecionados e testados em um estudo piloto com seis sujeitos.

Para realização do treino, os oito jogos foram divididos em dois grupos: jogos das sessões ímpares e jogos das sessões pares, de modo que em cada sessão o participante jogava quatro jogos, porém repetindo duas vezes cada um deles.

Os jogos *Basic Step* (BS), *Penguin Slide* (PS), *Soccer Heading* (SH) e *Basic Run Plus* (BRP) foram utilizados nas sessões ímpares (1,3,5,7,9,11 e 13) e os jogos *Table Tilt* (TT), *Rhythm Parade* (RP), *Obstacle Course* (OC) e *Tilt City* (TC) foram utilizados nas

sessões pares (2,4,6,8,10,12 e 14). A tabela 1 apresenta as demandas dos jogos selecionados.

Tabela 1: Demandas exploradas nos jogos selecionados

Demanda	Simetria	Transferência de peso alternada	Deslocamentos do centro de gravidade	Dupla tarefa	Foco externo	Marcha estacionária
BS	X	X			X	
PS	X	X	X		X	
SH	X	X	X	X	X	
BRP		X		X	X	X
TT	X	X	X		X	
RP	X	X		X	X	X
OC		X			X	X
TC	X	X	X	X	X	

Demandas exigidas em cada um dos jogos selecionados para o treino de equilíbrio. BS= *Basic Step*, PS= *Penguin slide*; SH= *Soccer heading*; BRP= *Basic run plus*; TT= *Table Tilt*; RP= *Rhythm parade*; OC= *Obstacle course*; TC= *Tilt city*.

2.5.2.2.2 Descrição dos jogos utilizados nas sessões ímpares

1. *Basic Step*: o jogador deve subir e descer na plataforma de força WBB conforme as pistas visuais e rítmicas apresentadas na tela. As pistas visuais (pegadas coloridas) indicam com qual pé o participante deve subir e descer da plataforma (figura 5). Quando o jogador realiza os movimentos adequadamente conforme a pista visual e o ritmo determinado, ou seja, com o pé correto e no tempo correto, ele recebe um *feedback* visual e auditivo indicando que o movimento foi perfeito, se o jogador acerta o pé mas não o tempo, recebe um feedback de “ok”, e quando erra o pé a subir e descer recebe o *feedback* indicando a falha. A pontuação é calculada conforme o número de movimentos perfeitos, “ok” e perdidos e a pontuação total é apresentada ao final. O jogo tem duração três minutos e estimula o equilíbrio, a coordenação, a força e a resistência musculares, além de exigir atenção sustentada. Este jogo foi selecionado por solicitar o uso alternado dos membros inferiores, estimulando a tríplex flexão e a descarga de peso no membro inferior afetado de maneira rítmica e com foco externo.

Figura 5 - Tela do jogo *Basic Step*, ilustrando as pistas visuais que direcionam a subida e descida da plataforma.

2. *Penguin Slide*: o participante é representado na tela por um pinguim, que se desloca sobre uma plataforma de gelo para pegar peixes que pulam da água, ora do lado esquerdo, ora do direito. Conforme o pinguim se desloca para um dos lados a plataforma se inclina com ele, de modo que o jogador precisa fazer movimentos rápidos na direção contrária para não cair na água (figura 6). Para controlar o pinguim o jogador fica em pé na WBB com os pés fixos e desloca o pinguim descarregando o peso do corpo para a direita ou esquerda. Ao longo do jogo os peixes começam a aparecer mais rapidamente, exigindo deslocamentos mais rápidos. Os peixes apresentam cores diferentes que correspondem a diferentes pontos (azul = 1; verde = 2; vermelho = 10) e o peixe vermelho só é capturado se o jogador leva o pinguim ao limite da plataforma e muda rapidamente de direção sem deixar o pinguim cair na água. A pontuação é determinada de acordo com o número e o tipo de peixe capturado e o jogo tem duração de 90 segundos. Este jogo estimula o equilíbrio, a coordenação e a tomada de decisão rápida guiada por estímulo externo. Foi selecionado por exigir descarga de peso látero-lateral e mudança rápida de direção, guiadas por estímulo externo.

Figura 6 - Tela do jogo *Penguin Slide* ilustrando a plataforma de gelo, os peixes pulando na tela e o pinguim se deslocando na direção do peixe. O número 28 indica os peixes capturados até o momento e o 24, o tempo restante de jogo.

3. *Soccer Heading*: o jogador é representado na tela por um avatar que cabeceia bolas chutadas em sua direção (figura 7). As bolas podem ser chutadas em várias direções e ao longo do jogo chuteiras e cabeças de panda vem na direção do jogador, que deve desviar delas. Ao longo do jogo as bolas são jogadas mais rapidamente e a quantidade dos outros objetos também. São oferecidos *feedbacks* auditivos quando o avatar cabeceia a bola ou os outros objetos. Para mover o avatar o jogador realiza sobre a WBB deslocamentos látero-laterais rápidos ou sustentados na direção da bola para cabeceá-la, ou na direção contrária aos outros objetos para desviar destes. A pontuação é determinada pelo número de bolas cabeceadas, sendo que bolas cabeceadas sequencialmente geram ainda mais pontos, e um ponto é descontado para cada objeto (chuteira e cabeça de panda) cabeceado. A duração do jogo é de um minuto, no qual 80 bolas são lançadas. O jogo estimula o equilíbrio, a coordenação, a descarga de peso látero-lateral, a tomada de decisão e inibição de resposta. Este jogo foi selecionado por exigir descarga de peso látero-lateral sustentada e mudança de direção guiadas por estímulo externo.

Figura 7 - Tela do jogo *Soccer Heading* ilustrando a bola que vem na direção do jogador, inclinado para cabecear. O número 73 indica as bolas restantes e o número 6 indica a pontuação.

4. *Basic Run Plus*: neste jogo o participante deve realizar marcha estacionária para deslocar o avatar, que realiza uma caminhada guiada por um gato (figura 8). Durante o percurso o jogador recebe vários *feedbacks* sobre seu ritmo, quanto já percorreu do caminho, além de vários estímulos visuais que o jogador deve prestar atenção e ao final responder a três perguntas a respeito dos estímulos apresentados. O jogo apresenta três percursos diferentes, com estímulos distintos. A duração depende do ritmo do jogador, mas varia de dois a quatro minutos. A pontuação é resultado do ritmo desempenhado ao longo do percurso e do número de respostas corretas sobre os estímulos apresentados. Este jogo estimula o equilíbrio, a coordenação e a resistência e foi selecionado por

estimular a tríplice flexão e descarga de peso alternada (durante a marcha estacionária) de maneira repetitiva, concomitantemente à atenção sustentada.

Figura 8 - Tela do jogo *Basic Run Plus* ilustra o cenário onde aparecem diversos estímulos visuais. Em amarelo a sombra do avatar, à sua frente o gato guia que deve ser seguido. As bolinhas azuis informam o trecho percorrido e as amarelas, o trecho restante.

2.5.2.2.3 Descrição dos jogos utilizados nas sessões pares

1. *Table Tilt*: na tela são apresentadas uma plataforma suspensa com orifícios e bolas sobre ela. O objetivo do jogador é encaixar as bolas nos orifícios e, para isso, deve deslocar seu peso na WBB de modo a movimentar a plataforma e fazer com que as bolas se desloquem na direção dos orifícios (figura 9). Quando o participante encaixa todas as bolas da plataforma em determinado tempo ele muda de nível e, a cada nível, as plataformas ficam mais complexas e com maior número de bolas, assim, o participante deve traçar a melhor estratégia para colocar o maior número de bolas nos orifícios no menor tempo possível. O jogo tem duração de um a três minutos, conforme o desempenho do jogador, e a pontuação é o resultado do número de bolas encaixadas. Este jogo estimula o equilíbrio e o planejamento motor, e foi selecionado por exigir o deslocamento multidirecional de maneira lenta e sustentada.

Figura 9 - Tela do jogo *Table Tilt* ilustra a plataforma suspensa com os orifícios onde as bolas devem ser colocadas. O 35 representa o tempo restante neste nível. À esquerda da tela é apresentado o nível do jogo.

2. *Rhythm Parade*: este jogo simula uma fanfarra e o jogador deve marchar sobre a WBB no ritmo determinado por estímulo auditivo e, simultaneamente, movimentar os controles remotos nas mãos conforme as pistas visuais apresentadas na tela, de modo a conduzir a fanfarra (figura 10). Conforme o jogador acerta os movimentos dos braços no ritmo determinado novos integrantes da fanfarra aparecem com novos instrumentos e, quando o jogador erra o movimento dos braços ou realiza a marcha fora do ritmo, os participantes vão desaparecendo. O jogo tem duração de três minutos e a pontuação se dá conforme a adequação do jogador ao ritmo exigido, bem como ao número de movimentos corretos com os controles manuais. Este jogo estimula a marcha estacionária guiada por estímulos externos, a divisão de atenção, dupla-tarefa e o planejamento motor. Foi selecionado por exigir a descarga de peso alternada com imposição de ritmo determinado por estímulos externos.

Figura 10 - Tela do jogo *Rhythm Parade* mostra o avatar marchando e os alvos à direita e esquerda que devem ser acertados com o movimento dos controles remotos quando os desenhos dos mesmos atingem o alvo.

3. *Obstacle Course*: neste jogo o participante deve percorrer um caminho suspenso enquanto desvia de esferas pendulares e alcança plataformas flutuantes que se deslocam no plano frontal (figura 11). Para isso, o participante realiza marcha estacionária sobre a WBB e deve adequar a velocidade da marcha, interromper os passos e algumas vezes abaixar e levantar rapidamente sem tirar os pés da WBB. Se o avatar for atingido pelas esferas ou não conseguir chegar à próxima plataforma flutuante, ele cai no penhasco e retorna ao início do percurso. A pontuação é proporcional à distância percorrida, de modo que quanto mais rápido e preciso o jogador for no percurso, maior distância alcançará. Um ponto negativo deste jogo é que se o jogador percorrer uma grande distância mas cair no penhasco faltando poucos segundos para o final do jogo, ele praticamente não pontua, mesmo com bom desempenho até o momento do erro. Cada fase do jogo tem duração de 90 segundos, e o tempo não utilizado em uma fase é acumulado para a próxima, podendo o tempo de jogo chegar a quatro minutos. Este jogo estimula o controle sobre a velocidade

de alternância de passos guiado por estímulos externos e foi escolhido por estimular a descarga de peso alternada em diferentes velocidades, guiada por estímulo externo, e controle do equilíbrio durante a interrupção rápida da marcha.

Figura 11 - Tela do jogo *Obstacle Course* mostra a plataforma suspensa por onde anda o avatar e as esferas pendulares das quais ele deve desviar para não ser jogado no penhasco.

4. *Tilt City*: neste jogo o participante controla a inclinação no plano frontal de três plataformas: uma grande e superior responde ao deslocamento do controle remoto que o participante segura com as duas mãos, de modo que se inclina o controle para um lado, a plataforma também se inclina para o mesmo lado; e outras duas menores, abaixo da grande que respondem aos deslocamentos realizados pelo jogador sobre a WBB. Na tela são apresentados três baldes, vermelho, azul e amarelo que ficam abaixo das plataformas. Ao longo do jogo, bolas de cores amarelas, vermelhas e azuis caem sobre as plataformas e o jogador deve movimentá-las para a direita ou esquerda de modo a conduzir a bola para o balde de mesma cor (figura 12). Conforme o tempo passa as bolas aparecem em maior velocidade. O jogo tem duração de 90 segundos e a pontuação se dá de acordo com o número de bolas colocadas no balde correto, além de bolas grandes, que valem mais pontos e pontos extras para bolas consecutivas no alvo correto. Este jogo exige o deslocamento de peso látero-lateral sincronizado ao movimento dos braços conforme pista visual e foi escolhido por estimular o deslocamento de peso látero-lateral guiado por estímulo externo e em condição de divisão atenção, dupla-tarefa, estimulando o automatismo na descarga de peso.

Figura 12 - Tela do jogo *Tilt City* mostra as plataformas suspensas que o sujeito controla com as mãos (a superior) ou com a descarga de peso sobre a WBB (as inferiores). Os baldes coloridos indicam para onde as bolas de respectivas cores devem ser direcionadas.

2.5.2.3 Treino controle

Para o treino controle foram elaborados oito exercícios, correspondendo às características motoras de cada um dos jogos. Assim como no treino experimental, os exercícios do treino controle foram separados em treino ímpar (exercícios 1 a 4) e treino par (exercícios 5 a 8), e foram realizados após uma das séries de aquecimento descritas anteriormente.

Durante o treino controle o fisioterapeuta permanecia ao lado do participante e, assim como no treino experimental, cada exercício era realizado duas vezes. Na primeira tentativa o fisioterapeuta explicava o exercício, oferecia estímulos verbais de reforço positivo ou negativo conforme o desempenho, estímulos táteis para posicionar ou direcionar os movimentos adequados do participante ou para corrigir compensações e movimentos inadequados, bem como estimular o melhor uso do hemicorpo afetado durante o exercício. Na segunda repetição o fisioterapeuta permanecia ao lado do participante, oferecendo ritmo quando exigido pelo exercício, dando estímulos auditivos que direcionavam os movimentos exigidos e oferecendo *feedback* sobre o desempenho do participante.

Ao término de cada exercício o fisioterapeuta perguntava se o participante gostaria de se sentar antes de iniciar o próximo e, quando isso era necessário, o participante descansava por, no máximo, 1 minuto.

Cada exercício do treino controle foi elaborado para corresponder às características motoras de seu respectivo jogo no treino experimental. A repetição dos movimentos exigidos era controlada, por número de movimentos ou por tempo, conforme o exercício. A seguir são apresentadas as descrições de cada um dos exercícios:

1. Exercício correspondente ao jogo *Basic Step* (figura 13): Neste exercício o participante deveria subir e descer em uma plataforma de madeira (semelhante à WBB) conforme o comando do fisioterapeuta, que determinava qual perna iniciaria o movimento e determinava o ritmo adequado (com uso de um metrônomo, calibrado na mesma frequência do jogo). Se o movimento se iniciasse com a subida da perna direita na plataforma, a perna esquerda subiria na sequência e a descida também se iniciava na perna direita, de modo que o fisioterapeuta determinava qual perna iniciaria o movimento

e em seguida o comando era apenas para subir e descer no ritmo determinado. Este exercício tinha duração de três minutos. Particularmente neste exercício não havia muita modificação entre o auxílio oferecido pelo fisioterapeuta na primeira e na segunda tentativas, em ambas o fisioterapeuta informava com qual perna o participante deveria iniciar o movimento e, em seguida, oferecia estímulos verbais rítmicos para: guiar a subida e descida da plataforma; solicitar a troca da perna a subir primeiro, corrigir verbalmente eventuais erros na troca de passos para subir ou descer da plataforma, informar o tempo restante do exercício e oferecer *feedback* de desempenho.

Figura 13 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Basic Step* ilustrado em B.

2. Exercício correspondente ao jogo *Penguin Slide* (figura 14): Neste exercício o participante deveria ficar em cima da plataforma de madeira e era orientado a deslocar o peso para a direita e esquerda, de maneira rápida, sem tirar os pés da plataforma. A direção era dada pelo fisioterapeuta, de maneira aleatória. No primeiro minuto as trocas de direção eram mais espaçadas e ao longo do exercício, que tinha duração de 90 segundos, eram exigidas trocas mais rápidas de direção. Na primeira tentativa o fisioterapeuta explicava o exercício e direcionava, com estímulos táteis na pelve do participante, os movimentos que deveriam ser realizados, levando o participante bem próximo de seus limites de estabilidade e mostrando como o participante deveria perceber a descarga de peso, especialmente no membro inferior afetado. Na segunda tentativa, o fisioterapeuta apenas guiava o deslocamento látero-lateral por meio de estímulos auditivos informando a direção do movimento, informando o tempo restante do exercício e oferecendo *feedback* sobre o desempenho.

Figura 14 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Penguin Slide* ilustrado em B.

3. Exercício correspondente ao jogo *Soccer Heading* (figura 15): Neste exercício o participante deveria permanecer na plataforma de madeira e era orientado a deslocar o peso para a direita, centro e esquerda, no seu limite máximo, sem tirar os pés da plataforma. As direções eram aleatórias, definidas pelo comando do fisioterapeuta, e um total de 80 movimentos era solicitado (com auxílio de um contador, correspondendo às 80 bolas lançadas no jogo). Na primeira tentativa, as primeiras repetições eram guiadas pelo fisioterapeuta, que direcionava o movimento por meio de estímulos táteis na pelve do participante, indicando a direção e amplitude do movimento, enquanto fornecia verbalmente a direção. Ao longo do exercício eram oferecidos apenas estímulos auditivos de direção e correção do movimento, especialmente para maior descarga de peso no membro inferior afetado, bem como *feedback* de desempenho. Na segunda tentativa o fisioterapeuta fornecia apenas os estímulos auditivos.

Figura 15 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Soccer Heading* ilustrado em B.

4. Exercício correspondente ao *Basic Run Plus* (figura 16): Neste exercício o participante deveria realizar marcha estacionária por três minutos mantendo o mesmo ritmo, associado a movimentos de membros superiores. Na primeira tentativa o

fisioterapeuta incentivava por meio de estímulo verbal (e estímulo tátil se necessário) a realização adequada da tríplice flexão, especialmente com o membro inferior afetado; oferecia *feedback* acerca do tempo decorrido de exercício e do desempenho do participante, além de incentivar a manutenção do ritmo. Na segunda tentativa a intervenção do fisioterapeuta era muito semelhante, exceto pelo estímulo tátil.

Figura 16 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Basic Run Plus* ilustrado em B.

5. Exercício correspondente ao jogo *Table Tilt* (figura 17): Neste exercício o participante permanecia em pé sobre uma plataforma de madeira e recebia o comando de deslocar peso para o lado direito, esquerdo, para frente ou para trás, conforme o comando dado pelo fisioterapeuta. Este deslocamento deveria ser lento e amplo. A direção era dada pelo fisioterapeuta de maneira aleatorizada, de modo que em alguns momentos a direção se repetia e o participante permanecia por alguns segundos na posição. O exercício tinha duração de dois minutos. Na primeira tentativa o fisioterapeuta colocava as mãos na pelve do participante e direcionava o movimento para cada uma das direções, mostrava a velocidade e amplitude em que o movimento deveria ser feito, solicitava a descarga de peso adequada conforme cada uma das direções e corrigia eventuais compensações. Este movimento guiado era realizado por duas ou três repetições na primeira tentativa do exercício e em seguida o participante passava a seguir apenas o comando verbal do fisioterapeuta de direção do deslocamento, com eventuais estímulos táteis e auditivos para a adequada realização do movimento. Na segunda tentativa o fisioterapeuta oferecia apenas estímulo verbal para guiar a direção do movimento, solicitar a descarga de peso adequada, informar o tempo percorrido e oferecer *feedback* de desempenho.

Figura 17 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Table Tilt* ilustrado em B.

6. Exercício correspondente ao jogo *Rhythm Parade* (figura 18): neste exercício o participante deveria marchar no lugar, enquanto realizava movimentos de flexão e extensão de cotovelos (direito, esquerdo ou ambos) conforme o comando do fisioterapeuta. O exercício tinha duração de três minutos. Na primeira tentativa o fisioterapeuta orientava o participante a iniciar o exercício apenas marchando de maneira simétrica (com incentivo especial à tríplex flexão do membro inferior afetado) e, a seguir, passava a solicitar os movimentos simultâneos de membros superiores, reforçando com estímulo auditivo para que o participante não deixasse de marchar. Além disso, eram dados *feedbacks* sobre o desempenho e tempo decorrido. Na segunda repetição o fisioterapeuta oferecia estímulos auditivos que direcionavam os movimentos exigidos com membros superiores e *feedback* sobre o desempenho do participante.

Figura 18- Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Rhythm Parade* ilustrado em B.

7. Exercício correspondente ao jogo *Obstacle Course* (figura 19): Neste exercício o participante deveria andar em diferentes velocidades (rápida e devagar), interromper e reiniciar a marcha, abaixar e levantar sobre a plataforma de madeira, conforme o comando do fisioterapeuta. O exercício tinha duração de dois minutos. Tanto na primeira quanto

na segunda tentativa o fisioterapeuta determinava a velocidade da marcha, a interrupção e retomada por meio de estímulos auditivos, oferecia *feedback* sobre o desempenho e tempo decorrido do exercício.

Figura 19 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Obstacle Course* ilustrado em B.

8. Exercício correspondente ao jogo *Tilt City* (figura 20): Neste exercício o participante deveria permanecer na plataforma de madeira e segurar um objeto retangular as duas mãos (substituindo o controle remoto). Ao longo do exercício o participante deveria deslocar o peso de maneira lenta para a direita e esquerda, conforme o estímulo tátil oferecido pelo fisioterapeuta na pelve do participante. Simultaneamente, o participante deveria inclinar o objeto para a direita ou esquerda, conforme o comando verbal do fisioterapeuta. Na primeira tentativa o fisioterapeuta iniciava o exercício oferecendo apenas os estímulos táteis, até que o participante se familiarizasse ao exercício e, quando necessário, ainda oferecia estímulo verbal para direcionar a descarga de peso. Em seguida, os estímulos verbais passavam a direcionar o movimento dos membros superiores. Na segunda tentativa o fisioterapeuta também iniciava o direcionamento apenas pelo estímulo tátil para indicar o deslocamento de peso, mas depois de poucas repetições já oferecia o estímulo auditivo para direcionar os movimentos simultâneos com os membros superiores. O exercício tinha duração de 90 segundos e para participantes que apresentavam dificuldades em segurar o objeto com a mão afetada, o fisioterapeuta realizava um enfaixamento para mantê-lo preso à mão e permitir a realização adequada do exercício.

Figura 20 - Em A os movimentos do sujeito durante o treino controle correspondente ao jogo *Tilt City* ilustrado em B.

2.6. Desfechos

A medida primária e as secundárias foram selecionadas de modo que contemplassem os domínios da CIF de estrutura e função, atividade e participação.

A medida primária foi a função motora do membro inferior, mensurada pela escala FM-MI, que avalia o domínio estrutura e função corporal de acordo com a CIF.

A escala Fugl-Meyer (FM) é uma medida quantitativa criada especificamente para avaliar a atividade sensório-motora do paciente após o AVC. Sua pontuação varia de 0 a 226 pontos. É dividida em 5 domínios: função motora, função sensorial, equilíbrio, amplitude de movimento e dor articular. Cada domínio contém múltiplas respostas que variam de 0 a 2 (0 = não realiza; 1 = realiza parcialmente; 2 = realiza completamente). Neste estudo utilizamos a sessão da escala que avalia a função motora do membro inferior afetado (FM-MI, Anexo 6), que inclui a avaliação da motricidade reflexa, sinergia flexora e extensora, movimento voluntário e coordenação. A pontuação máxima nesta sessão é de 34 pontos e, quanto maior, melhor a função do membro inferior⁽¹³⁷⁾.

As medidas secundárias foram: (1) o equilíbrio, avaliado por meio dos testes LOS na plataforma de força e pela escala BESTest, (2) a marcha avaliada no teste de 6 minutos e (3) a qualidade de vida avaliada por meio da EQVE-AVE.

O deslocamento máximo do COG para o lado afetado e para o lado preservado no teste LOS foi utilizado como medida de equilíbrio, contemplando o domínio atividade da CIF.

Para a aplicação do teste LOS, durante a avaliação os participantes permaneceram descalços, com braços ao lado do corpo, e com o avaliador posicionado posteriormente ao participante como medida de segurança. O posicionamento do participante e a realização do teste foram realizados conforme manual de instruções fornecido pelo fabricante da plataforma⁽¹³⁸⁾. Cada teste foi repetido apenas uma vez.

A BESTest (Anexo 7) é uma escala que consiste em 36 itens, cuja pontuação que varia de 0 (pior desempenho) a 3 (melhor desempenho), sendo 108 a sua pontuação total e, quanto maior, melhor o equilíbrio. Essa escala avalia o equilíbrio sob seis diferentes domínios: alterações biomecânicas, limites de estabilidade/verticalidade, ajustes posturais antecipatórios, respostas posturais, orientação sensorial e estabilidade na marcha⁽¹³⁹⁾. A BESTest foi selecionada neste estudo como medida clínica para avaliação do equilíbrio por sua validade, confiabilidade e sensibilidade em sujeitos com sequelas de AVC^(140, 141), e foi utilizada como medida de equilíbrio no domínio atividade e participação da CIF.

O teste de caminhada de seis minutos (6-min) mensura a distância que o sujeito pode caminhar rapidamente durante seis minutos, com pausas caso necessário. É um teste rápido e de fácil aplicação que tem sido utilizado como medida de capacidade funcional, condicionamento cardiovascular e a distância percorrida pode ser um bom indicador de força de membros inferiores e equilíbrio em indivíduos com AVC⁽¹⁴²⁻¹⁴⁴⁾. O teste foi realizado conforme as instruções da literatura⁽¹⁴³⁾, exceto pelo corredor que tinha distância de 23 metros e por uma única tentativa ter sido realizada, conforme as recomendações para esta população específica^(145, 146). O mais recente *guideline* em reabilitação no AVC recomenda seu uso como medida de avaliação da marcha, dentro do domínio de atividade da CIF⁽¹³⁰⁾.

A EQVE-AVE é uma escala de qualidade de vida específica para esta população (Anexo 8). Contém 49 itens distribuídos em 12 domínios (energia, papel familiar, linguagem, mobilidade, humor, personalidade, auto-cuidado, papel social, raciocínio, função de membro superior, visão e trabalho/produtividade). As respostas são graduadas em um escore de 1 a 5. No formato traduzido para a língua portuguesa, a EQVE-AVE apresenta como possibilidade de resultado o escore de 49 a 245 pontos, sendo que quanto menor o escore maior a dependência e dificuldade para realização de tarefas e portanto,

pior a qualidade de vida ⁽¹⁴⁷⁻¹⁴⁹⁾. A EQVE-AVE foi utilizada para avaliar a qualidade de vida, contemplando o domínio participação da CIF.

2.7. Tamanho da Amostra

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com base na medida primária função motora do membro inferior afetado, avaliada pelo desempenho na escala FM-MI. Os valores utilizados para análise foram obtidos do estudo de Hiengkaew et al. ⁽¹⁵⁰⁾. Foi adotada a média inicial de 22,1 pontos, com desvio-padrão de 5, considerando-se 4 pontos como diferença entre o treino controle e o experimental. O resultado indicou que 34 participantes (17 em cada grupo) seriam necessários para obter um poder de 90%. Considerando eventuais perdas ao longo do estudo, a proposta foi de iniciar o treinamento com 40 sujeitos.

2.8. Randomização

Os participantes foram randomizados por sorteio após a visita inicial e antes do primeiro dia de treinamento. Dada a potencial influência da função motora no desempenho do treino e resposta ao tratamento, foram criados dois estratos distintos, com base na gravidade da função motora, de acordo com a avaliação da FM-MI (A: FM-MI $\leq$ 22 ou B: FM-MI $>$ 23). Para cada estrato, os sujeitos foram aleatorizados por meio de sorteio em grupo experimental ou controle por um pesquisador que não participou do processo de recrutamento, avaliação e tratamento. Este pesquisador preparou envelopes individuais lacrados para cada sujeito, contendo a alocação, os quais foram abertos individualmente apenas no dia em que cada participante iniciaria o treinamento.

2.9. Análise dos dados

As características demográficas e clínicas dos participantes dos grupos controle e experimental antes do início do treinamento foram comparadas utilizando-se o Teste T de Student para as variáveis com distribuição normal e Mann-Whitney U Test para os dados com distribuição não normal.

Para análise dos resultados das medidas primárias e secundárias, após testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), homocedasticidade (Levene) e análise de distribuição de resíduos, foram realizadas análises de variância (ANOVA) de medidas repetidas, uma para cada variável dependente, utilizando como fator o grupo (GC e GE) e as três avaliações (AT, DT e FU), sendo esta a medida repetida (2x3 RM-ANOVA).

Para os efeitos que alcançaram nível de significância de 5%, foi realizado o pós-teste de Tukey-Kramer, para a comparação inter e intra grupo. Todos os sujeitos randomizados, submetidos à avaliação inicial e que iniciaram o treino foram considerados utilizando a análise de intenção de tratar, com a imputação de dados obtidos na avaliação anterior. As análises foram conduzidas no programa Statistica 13 da empresa Statsoft (EUA).

3. RESULTADOS

3.1. Participantes

A consulta à lista de espera do ambulatório de fisioterapia do Curso de fisioterapia da USP e divulgação a respeito deste estudo no Jornal da USP e em um programa de televisão, que culminou no contato de muitos interessados, gerou uma lista de possíveis sujeitos com um total de 429 sujeitos. Após o contato telefônico, 315 (73,4%) foram excluídos por: impossibilidade de contato telefônico (n= 96 ou 30,4%); não atenderem aos critérios de inclusão (n=183 ou 58%) ou não apresentar interesse ou disponibilidade (n=36 ou 11,4%).

Assim, 114 (26,6%) foram chamados para avaliação e 74 (64,9%) destes foram excluídos por: não comparecer à avaliação (n= 28 ou 24,5%), não atenderem aos critérios de inclusão (n= 37 ou 32,4%) ou não apresentar interesse ou disponibilidade (n= 9 ou 7,9%).

Deste modo, apenas 40 sujeitos (9,3% dos presentes em uma lista inicial de possíveis candidatos) foram randomizados e iniciaram o estudo.

Durante o treinamento, ocorreram oito desistências (duas no GE e seis no GC). As desistências foram relacionadas a dificuldades financeiras para o transporte (três casos), falta de acompanhante para trazer para o tratamento (dois casos), início de atividade laboral (um caso), problema de saúde não relacionado ao treinamento (um caso) e fratura no tornozelo fora do treinamento (um caso).

A figura 21 apresenta o fluxograma com o desenho do estudo, com o fluxo dos sujeitos ao longo do recrutamento, alocação e follow-up.

Figura 21 - Fluxograma do encaminhamento dos participantes ao longo do estudo.

A análise das características demográficas e do desempenho dos sujeitos na avaliação inicial mostrou que não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas, exceto na escolaridade, que foi maior no GE ($p=0,04$), como apresentado na tabela 2. Contudo, a análise de covariância mostrou que esta diferença não impactou na medida primária.

Tabela 2 – Características demográficas e desempenho dos participantes na avaliação inicial

	GE (n = 19)	GC (n =21)	Valor de p
Idade (anos)	47,21 ± 9,46	52,09 ± 10,65	0,13
Sexo			1
Masculino	10(52,6%)	11(52,3%)	
Feminino	9 (47,3%)	10(47,6)	
Tempo de AVC (anos)	5,10 ± 4,92	5,46 ± 4,60	0,81
Lado da hemiparesia			0,83
Esquerda	12(63,1%)	14(66,6%)	
Direita	7(36,8%)	7(33,4%)	
Tipo de lesão			0,75
Isquêmico	12(63,1%)	12(57,1%)	
Hemorrágico	7(36,8%)	9(42,8%)	
Escolaridade (anos)	11,52 ± 3,48	9,47 ± 2,76	0,04
MoCA (escore)	24,52 ± 3	23,90 ± 2,18	0,45
LOS – deslocamento para lado afetado (cm)	9,25 ± 2,45	9,10 ± 2,54	0,85
LOS - deslocamento para lado preservado (cm)	10,91± 1,80	10,45 ± 1,73	0,42
FM-MI (escore)	21,89 ± 4,45	21,90 ± 5,17	0,99
BESTest (escore)	73,47 ± 11,76	69,80 ± 15,70	0,41
Teste 6 minutos (metros)	250,07±69.70	249,21±102.84	0,97
EQVE-AVE (escore)	187,36 ± 28,49	171,19 ± 30,05	0,08

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Foi utilizado o teste T de Student para análise das diferenças entre os grupos experimental e controle para as variáveis: idade, tempo de AVC, escolaridade, MoCA, LOS, FM-MI, teste 6 minutos, BESTest, EQVE-AVE. Foi utilizado o Mann-Whitney U Test para análise das variáveis sexo, lado da hemiparesia e tipo de lesão.

3.2. Efeitos do treinamento sobre estrutura e função

A ANOVA de medidas repetidas para o escore obtido na FM-MI revelou interação entre os grupos ($F=7,17$, $p= 0,001$, poder observado= 0,92) e efeito de avaliação ($F=10,08$, $p=0,000$, poder observado=0,92). De acordo com o pós-teste de Tukey-Kramer o GE apresentou melhora significativa após o treino ($p=0,0001$) que se manteve o follow-

up ($p=0,0004$), como ilustra o gráfico 1. A análise que excluiu os sujeitos desistentes mostrou resultados semelhantes, interação ($p=0,003$, poder observado = 0,87) e efeito de avaliação ($p=0,0003$, poder observado = 0,97).

Gráfico 1 – Desempenho na Fugl-Meyer MI

Média e desvio padrão do desempenho na FM-MI nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes do treino (AT), depois do treino (DT) e após 60 dias do final do treino (FU). * $p=0,0001$ (ATx DT no GE); # $p=0,0004$ (ATxFU no GE).

3.3. Efeitos do treinamento sobre atividade

A ANOVA de medidas repetidas para o score obtido na BESTest revelou interação ($F=5,99$, $p=0,003$, poder observado = 0,86) e efeito de avaliação ($F=19,10$, $p=0,000$, poder observado = 0,99). De acordo com o pós-teste de Tukey-Kramer o GE apresentou melhora significativa após o treino ($p=0,0001$) que se manteve o follow-up ($p=0,0004$), como ilustra o gráfico 2. A análise que excluiu os sujeitos desistentes mostrou resultados semelhantes com interação ($p=0,01$, poder observado = 0,73) e efeito de avaliação ($p=0,000$, poder observado = 0,99).

Gráfico 2 – Desempenho na BESTest

Média e desvio padrão do desempenho na BESTest nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes do treino (AT), depois do treino (DT) e 60 dias após o final do treino (FU). * $p=0,0001$ (ATxDT no GE); # $p=0,0004$ (ATxFU no GE).

Adicionalmente, houve interação ($F=5,79$, $p=0,004$, poder observado = 0,86) e efeito de avaliação ($F=7,40$, $p=0,001$, poder observado = 0,93) na sessão I do BESTest, que avalia alterações biomecânicas. Na sessão VI, que avalia estabilidade na marcha, houve interação ($F=5,04$, $p=0,008$, poder observado = 0,80) e efeito de avaliação ($F=9,14$, $p=0,0002$, poder observado = 0,97), como mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Desempenho nas sessões I e VI da BESTest

	AT	DT	FU	p, poder observado
BESTest- I (escore)				I: 0,004;0,85 A: 0,001; 0,93
GE	7,89±2,40	10,21±2,41	9,36±2,52	0,0001(ATxDT);0,02(ATxFU)
GC	8±3,19	8,09±3,37	8,33±3,32	
BESTest- VI (escore)				I:0,008;0,80 A:0,000;0,97
GE	13,73±3,03	15,78±2,52	14,89±2,55	0,0001(ATxDT)
GC	12,19±4,20	12,47±4,17	12,66±4,07	

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Dados referentes escore obtido nas sessões I e VI da BESTest referentes a alterações biomecânicas e estabilidade na marcha, respectivamente, nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes do treino (AT), depois do treino (DT) e 60 dias após o final do treino (FU). A= efeito de avaliação; I= interação entre os grupos. Pós-hoc $p=0,0001$ (ATxDT) no GE; $p=0,02$ (ATxFU) no GE.

O desempenho no teste LOS referente ao máximo deslocamento do COG para o lado afetado é apresentado no gráfico 3. A ANOVA de medidas repetidas revelou efeito de avaliação ($F=5,56$, $p=0,005$, poder observado=0,84). O pós-teste de Tukey-Kramer apontou maior deslocamento do COG depois do treino ($p=0,006$). Houve apenas uma tendência à interação segundo a ANOVA ($F=2,82$, $p=0,065$, poder observado=0,54).

Gráfico 3 – Deslocamento para o lado afetado no LOS

Média e desvio padrão do deslocamento máximo em cm do COG para o lado afetado no teste LOS, nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes do treino (AT), depois do treino (DT) e 60 dias após o final do treino (FU).

O desempenho no teste LOS referente ao máximo deslocamento do COG para o lado preservado é apresentado no gráfico 4. A ANOVA de medidas repetidas revelou efeito de grupo ($F=4,59$, $p=0,038$, poder observado=0,55).

Gráfico 4 – Deslocamento para o lado preservado no LOS

Média e desvio padrão do deslocamento máximo em cm do COG para o lado preservado no teste LOS, nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes do treino (AT), depois do treino (DT) e 60 dias após o final do treino (FU).

A ANOVA de medidas repetidas para a distância no teste de 6-min revelou efeito de avaliação ($F=8,74$, $p=0,0003$, poder observado=0,96) como mostra a tabela 4. A análise desta variável sem os desistentes mostrou resultados semelhantes ($p=0,0006$, poder observado=0,95).

Tabela 4 – Desempenho no teste de marcha de 6 minutos

	AT	DT	FU	p, poder observado
6-min (metros)				A: 0,0003; 0,96
GE	250±69,70	279,78±94,57	287,21±97,75	
GC	249,21±102,84	260,53±103,10	263,75±115,07	

Dados apresentados em média $\pm$ desvio padrão. Dados referentes à distância desenvolvida no teste de 6 minutos nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes (AT), depois do treino (DT) e após 60 dias do final do treino (FU). A= efeito de avaliação.

3.2. Efeitos do treinamento sobre participação

A ANOVA de medidas repetidas para o desempenho na EQVE-AVE revelou efeito de avaliação ($F=13,73$, $p=0,0000$, poder observado=0,99) como mostra a tabela 5. A análise desta variável sem os desistentes mostrou resultados semelhantes ($p=0,0000$, poder observado=0,99).

Tabela 5 – Desempenho na EQVE-AVE

	AT	DT	FU	p, poder observado
EQVE-AVE (escore)				A:0,000; 0,99
EG	187,36±28,49	199,36±23,68	195±25,84	
CG	171,19±30,05	183,47±35,83	188,47±34,51	

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Dados referentes ao escore na EQV-AVE nos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes (AT), depois do treino (DT) e após 60 dias do final do treino (FU). A= efeito de avaliação.

3.3. Correlações

No GE, a porcentagem de melhora na função motora (14,8%) apresentou forte correlação ($r=0,75$) com a porcentagem de melhora equilíbrio (14,9%) e da qualidade de vida (7,3%, $r=0,77$) e a melhora no equilíbrio apresentou correlação moderada ($r=0,54$) com a qualidade de vida. No GC, a porcentagem de melhora na função motora (3,4%) apresentou correlação moderada ($r=0,50$) apenas com a porcentagem de melhora na qualidade de vida (7,2%) e a melhora no equilíbrio (4%) apresentou correlação moderada ($r=0,45$) com a qualidade de vida.

4. DISCUSSÃO

Embora a lista de possíveis sujeitos para este estudo fosse inicialmente bastante promissora (429 sujeitos), apenas nove por cento destes foram randomizados. A maior perda ocorreu já na fase inicial de contato com os sujeitos, excluindo 73,4% destes, principalmente por não atenderem aos critérios de inclusão (58%) em decorrência de vários fatores, entre eles a não confirmação do diagnóstico médico de AVC, a ausência de sequelas, o acometimento cerebelar ou de tronco encefálico ou sequelas neurológicas decorrentes de outras patologias. Outros fatores importantes de exclusão foram a idade maior do que 65 anos¹³, ocorrência de mais de um episódio de AVC, presença de afasia, a ausência de sequelas em membro inferior ou presença de sequelas que impediam a manutenção da bipedestação e marcha.

Outra limitação ainda no recrutamento de sujeitos foi a impossibilidade de contato (30,4%) por telefone inexistente ou incorreto. Isso provavelmente está relacionado a aspectos econômicos e educacionais. Muitos telefones inexistentes eram número de celulares ou de linhas fixas desativadas provavelmente por falta de pagamento, outros eram números incorretos, provavelmente registrados pelo próprio sujeito ou por algum acompanhante com baixo grau de escolaridade.

A princípio o recrutamento de apenas nove por cento dos sujeitos pareceu bastante baixo, mas outros estudos que analisaram os efeitos da RV no equilíbrio e marcha também relataram baixos índices de randomização^(128, 151, 152).

Entendemos que as condições propostas neste estudo para o treino de equilíbrio de fato excluíram sujeitos com restrições na bipedestação e marcha, que poderiam se beneficiar de outros programas de reabilitação incluindo a RV, porém em sedestação¹⁴. Deste modo, acreditamos que a limitação não foi a RV, mas o perfil de sujeitos

¹³ Buscamos uma amostra que fosse representativa, mas cuja causa principal das alterações de equilíbrio fosse a assimetria na descarga de peso secundárias ao AVC e sujeitos com mais de 65 poderiam ter outras alterações do equilíbrio relacionadas envelhecimento que iriam se somar à assimetria.

¹⁴ De fato, durante a realização deste estudo outras integrantes do laboratório desenvolveram um estudo de mestrado que utilizou a RV para o treino de função de membro superior e que conseguiu incluir muitos destes sujeitos com limitações para marcha⁽¹⁵³⁾. Gouvêa J. Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral: Universidade de São Paulo; 2016.

selecionados especificamente para um treino de equilíbrio destinado a sujeitos com assimetria na descarga de peso, alterações no equilíbrio, mas capazes de deambular.

A frequência, a duração e o período de intervenção realizadas em nosso estudo foram semelhantes aos utilizados em outros estudos. Corbetta et al.⁽¹⁵⁴⁾ em estudo de revisão relataram que a duração de cada sessão variou de 20 minutos a uma hora, a frequência de intervenção variou de dois a seis dias na semana e o período de intervenção de duas a seis semanas. Segundo este autor, os parâmetros de frequência, duração e intensidade considerados ideais ainda não estão definidos. Acreditamos que talvez não exista de fato uma única combinação ideal destes parâmetros, mas várias combinações, de acordo com o tipo de RV, com as características da população estudada¹⁵ e com os objetivos do tratamento. Contudo, consideramos que a combinação dos parâmetros escolhidos neste estudo foi adequada, ao menos para os nossos objetivos, uma vez que foi possível identificar diferença significativa com o tratamento proposto.

A supervisão do fisioterapeuta durante todo o período de treinamento foi fundamental para garantir a segurança do sujeito. Durante os treinos foram observados alguns desequilíbrios nos deslocamentos ântero-posteriores e látero-laterais e muitos desequilíbrios ao subir ou descer da plataforma, porém isso ocorreu de maneira semelhante nos dois grupos e, considerando os desafios necessários para o treino de equilíbrio, não acreditamos que estes fatos sejam motivo para uma contraindicação em ambos os tratamentos realizados.

Além da segurança, a presença do fisioterapeuta foi determinante para favorecer a melhor utilização possível do membro afetado durante o treino de equilíbrio em ambos os treinamentos, bem como garantir a adequada compreensão dos jogos e evitar a realização de movimentos compensatórios para atingir os objetivos do jogo no treino experimental. De fato, estudos anteriores a respeito do treino de equilíbrio em RV recomendam que este seja realizado sob a supervisão do fisioterapeuta^(27, 107, 128, 155).

Segundo as revisões sistemáticas a respeito do uso da RV em AVC, os estudos futuros deveriam 1) realizar um treinamento controle com características e intensidade semelhantes ao treino experimental e detalhar melhor como seria este treino controle^(28, 29), 2) incorporar follow-up^(27, 28, 154) e 3) incluir medidas de avaliação da participação⁽²⁸⁻³⁰⁾. Neste estudo contemplamos todas estas sugestões.

¹⁵ Mesmo considerando como população sujeitos com AVC, as características destes sujeitos podem ser muito diferentes de acordo com as sequelas apresentadas.

O treinamento controle realizado neste estudo foi elaborado de modo a reproduzir características de tempo e de movimentos exigidos nos respectivos jogos. Para cada jogo foi elaborado um exercício específico, que reproduzia os mesmos movimentos e deslocamentos necessários no jogo, com a duração idêntica em tempo de jogo ou em número de repetições de movimentos, incluindo a realização dos movimentos sobre uma base de tamanho igual à WBB e o movimento de objeto de tamanho semelhante ao controle remoto conforme o jogo. Deste modo, o diferencial em relação aos dois treinos foi de fato, as características específicas da RV já apresentadas anteriormente, com destaque para o feedback oferecido pela WBB.

A avaliação dos sujeitos após 60 dias da interrupção do treino contemplou a demanda de FU sugerida na literatura e o tempo escolhido para este FU ficou próximo aos relatados em estudos anteriores, que realizaram reavaliações entre um e três meses após o término da intervenção^(25, 156, 157).

Atendemos também neste estudo à demanda de incluir uma medida de participação, cujos efeitos discutiremos a seguir. E além disso, estudamos medidas de estrutura e função e de atividade, contemplando assim a investigação dos efeitos desta intervenção nas sequelas, nas limitações e nas restrições impostas pelo AVC como recomenda a OMS^(15, 31).

As desistências observadas ao longo deste estudo ocorreram conforme o previsto em nosso cálculo amostral (em torno de 20%). Não realizamos nenhuma medida de avaliação da motivação ou satisfação com o tratamento oferecido¹⁶, mas embora tenhamos observado a desistência muito mais frequente no grupo controle (seis sujeitos) do que no experimental (dois sujeitos) os motivos que levaram a estas desistências não foram relacionados à motivação ou satisfação com o tipo de tratamento realizado, mas a intercorrências que provavelmente teriam levado estes sujeitos a interromper qualquer um destes ou outro tipo de tratamento.

O treino de equilíbrio em RV encoraja o paciente a realizar um grande número de repetições de movimentos enquanto divide atenção entre a resolução dos problemas apresentados na tarefa virtual projetada à sua frente e a melhor estratégia para realizar o movimento adequado no ambiente real para obter o melhor desempenho no jogo⁽¹⁵⁸⁾.

¹⁶ Mas pudemos observar os sujeitos bastante motivados nos dois grupos, uma vez que vários relatos de melhora no desempenho do equilíbrio e da marcha foram realizados ao longo do treinamento, seja durante as sessões ou durante atividades de vida diária.

Entretanto, pessoas com sequelas crônicas de AVC apresentam dificuldades para iniciar o movimento com o membro inferior afetado e descarregar o peso neste para realizar movimento com o membro contralateral ⁽⁶³⁾. Deste modo, a exposição da pessoa com sequelas de AVC ao treino de equilíbrio em RV pode não ser suficiente para garantir que o membro acometido realize o movimento adequado para obter o melhor desempenho no jogo¹⁷, assim, a presença de um sistema que faça o registro e controle dos movimentos deste membro é essencial para o seu uso adequado durante o treino de equilíbrio e consequente melhora funcional.

Por este motivo escolhemos os jogos do NWF que incorporavam a WBB, uma plataforma de força de baixo custo financeiro com moderada a excelente validade e confiabilidade ^(126, 159), que permitiria fazer este controle sobre o real uso do membro acometido durante o treino de equilíbrio.

Realmente, alguns estudos destacam a importância do feedback oferecido durante os jogos para a melhora na descarga de peso ^(121, 127, 128). Contudo, outros referem como característica importante da RV a possibilidade e realização de movimentos repetitivos e de treino intensivo ^(102, 160, 161), e atribuem principalmente a estes aspectos as melhoras observadas no equilíbrio e na marcha ^(25, 128).

De fato, encontramos melhora superior na função motora do membro inferior afetado no GE, que se manteve por 60 dias. Este grupo recebeu, antes do treino de equilíbrio, os mesmos exercícios globais de alongamento e fortalecimento do membro afetado que o GC, o treino de equilíbrio em ambos os grupos apresentava a mesma estrutura, duração e intensidade, assim como a supervisão do fisioterapeuta para guiar os indivíduos a respeito do melhor uso do membro afetado durante os exercícios. Portanto, a diferença fundamental entre os treinos de equilíbrio foi a presença do feedback externo oferecido pela RV com destaque para a acurácia dos movimentos oferecido pela WBB, favorecendo o real uso repetitivo do membro inferior afetado durante o treino de equilíbrio em RV.

Em revisão sistemática, Stanton et al.⁽¹⁶²⁾, apontam evidências de que o aumento do feedback promovido por plataforma de força, eletromiografia, estímulos auditivos e visuais é superior ao treinamento usual ou placebo para melhorar as atividades do

¹⁷ Uma vez que o indivíduo pode realizar movimentos compensatórios que deslocam o avatar na tela sem realizar o movimento adequado.

membro inferior afetado após AVC, e que estes são superiores ao feedback oferecido pelo terapeuta.

A possibilidade de associar o feedback auditivo, rítmico e visual ao movimento realizado pelo sujeito ao pisar na plataforma de força ou ao aumentar sua descarga de peso no membro afetado muito provavelmente foi decisivo para favorecer respostas plásticas e tróficas relacionadas ao processo de neuroplasticidade, desencadeadas por este tipo de intervenção, como apontadas nos estudos de You et al.⁽¹⁰³⁾ e Omiyale et al.⁽⁹⁸⁾ e, provocar alterações estruturais no sistema nervoso, determinando portanto modificações na estrutura, responsáveis pela melhora observada na função.

Quanto à comparação dos nossos resultados aos dados disponíveis na literatura sobre a função motora do membro inferior afetado, embora a Fugl-Meyer seja uma escala muito utilizada em AVC e recomendada para avaliação das alterações sensório motoras nesta população⁽¹³⁰⁾, apenas dois estudos utilizaram esta medida para avaliar os efeitos da RV em sujeitos com sequelas de AVC, mas não encontraram diferenças significativas entre este tipo de treino e o controle^(131, 163).

Após o AVC, a alteração do controle seletivo muscular no membro parético e a presença de clônus muscular resulta em assimetria na descarga de peso e alteração do equilíbrio⁽⁵⁴⁾ portanto, a função motora tem impacto direto no equilíbrio.

É provável que o uso repetitivo do membro inferior afetado durante tarefas específicas que envolviam descarregar o peso neste membro em diferentes velocidades e direções, alternar passos em ritmos específicos, coordenar a alternância de passos a outros movimentos de membros superiores e, realizar todas estas demandas com foco externo, com feedback instantâneo de desempenho tenham favorecido a recuperação motora do membro inferior afetado, com impacto positivo no equilíbrio.

Quando avaliamos por meio de plataforma de força os deslocamentos máximos para os lados acometido e preservado, observamos no GE um aumento de 14,3% no deslocamento para o lado afetado e de 9 % para o lado preservado enquanto no GC foi observado aumento de 3% no deslocamento para o lado afetado e redução de 1% para o lado preservado. Contudo, essas diferenças não foram consideradas significativas. Os dados apontaram apenas uma tendência à superioridade do treino experimental em promover o aumento na capacidade de deslocar o COG para o lado afetado.

Entretanto, a outra medida de avaliação do equilíbrio apontou melhora superior no treino experimental. A alteração no escore total da BESTest em 10% ou mais indica mudança no equilíbrio ⁽¹⁴¹⁾, e de fato, as alterações significativas em nosso estudo ocorreram apenas após o treino de equilíbrio em RV que promoveu aumento de 12% no escore total da BESTest, enquanto no treino controle foi observado aumento de 3% apenas.

E quando analisadas as sessões específicas da BESTest, diferenças significativas foram observadas no domínio de alterações biomecânicas (que incorpora avaliação de dor no pé, alinhamento do centro de massa, força muscular em tornozelo, quadril e tronco e habilidade para sentar e levantar do chão), aspectos relacionados à melhora da função motora do membro inferior afetado, com impacto no desempenho do equilíbrio.

A melhora superior no equilíbrio observada após o treino experimental e que se manteve no follow-up foi provavelmente associada a dois pontos importantes. Em primeiro lugar, a melhor função motora alcançada por este grupo impactou positivamente no equilíbrio, visto que houve forte correlação entre a melhora na função motora e no equilíbrio apenas neste grupo. Em segundo lugar, o feedback preciso da descarga de peso no hemicorpo afetado e a possibilidade de correções de movimentos compensatórios promovidos pela WBB foram aspectos diferenciais no treino de equilíbrio.

Adicionalmente, o treino de equilíbrio realizado em RV incorpora pistas rítmicas ao feedback visual. Chen et al.⁽¹⁶⁴⁾ sugere que, considerando as demandas funcionais presentes em atividades diárias e as limitações secundárias ao AVC¹⁸, o feedback auditivo seja incorporado ao feedback visual durante os treinos de equilíbrio nesta população.

Outros estudos que investigaram os efeitos da RV sobre o equilíbrio mostraram efeitos contraditórios desta intervenção, porém utilizando outras medidas de avaliação. A medida clínica mais presente foi a escala de equilíbrio de Berg, apontando diferenças significativas entre o treino de equilíbrio em RV e o treino controle ^(25, 152), ou não ^(121, 127, 165).

Em relação aos efeitos do treino de equilíbrio sobre a marcha, a análise do teste de 6-min mostrou efeito de avaliação, mas não mostrou diferença significativa entre os grupos. Contudo, o GE apresentou aumento de 29 metros na distância realizada DT e

¹⁸ Limitações motoras, sensoriais, perceptivas e integrativas que podem comprometer a perfeita percepção corporal, do ambiente e a seleção e execução de respostas adequadas para manutenção do equilíbrio.

37, 21 metros no FU e estudos consideram uma distância de 29 metros como a mínima diferença detectável (MDC) no desempenho deste teste em sujeitos com sequelas crônicas de AVC ⁽¹⁴⁵⁾. Corroborando esta análise, observamos uma diferença de 14% entre a distância percorrida pelo GE AT e no FU, enquanto que no GC esta diferença foi de 5% e Flansbjer et al. ⁽¹⁶⁶⁾ reportam uma MDC de 13% na distância alcançada em sujeitos com sequelas crônicas de AVC.

Observamos que o desvio padrão na distância alcançada durante este teste foi grande nos dois grupos em todos os momentos avaliados, o que pode ter sido influenciado pelo tempo de lesão, que também foi bastante variado em nossa amostra. De fato, estudos sugerem que a cronicidade da lesão influencia na melhora e manutenção de ganhos em equilíbrio e marcha de sujeitos com AVC ^(75, 167). Além disso, autores relatam diferença no desempenho deste teste em sujeitos que fazem uso ou não de meio auxiliar ⁽¹⁴⁶⁾, de modo que os que deambulam com meio auxiliar desempenham menor distância no teste¹⁹.

Contudo, resultados semelhantes foram relatados por Fritz et al. ⁽¹⁶³⁾ que não encontraram diferença significativa entre o desempenho no teste 6-min entre um grupo que realizou treino em RV ou treino controle para o equilíbrio e mobilidade de sujeitos com sequelas de AVC. E do mesmo modo, este autor também relatou que apenas o grupo experimental excedeu a MDC no teste 6-min e argumenta que o treino em RV promoveu melhora na marcha e condicionamento cardiovascular.

Por outro lado, a análise da sessão VI da BESTest que avalia a estabilidade na marcha (velocidade, mudança de velocidade, de direção, transpor obstáculos, virar a cabeça para os lados enquanto anda, além de marcha em tarefa simples e dupla-tarefa) mostrou efeitos superiores do treino em RV em relação ao treino controle. Deste modo, é provável que as características do treino em RV tenham favorecido aspectos da marcha especialmente relacionados ao equilíbrio, como ajustes de estratégia posturais diante de tarefas desafiadoras e divisão de atenção, mas que não tenham influenciado de maneira significativa no desempenho da marcha em condição simples por longa distância.

Finalmente, investigamos os efeitos do treino de equilíbrio em RV na participação. Nossa hipótese era que este tipo de intervenção levaria a ganhos em estrutura, função e atividade que, somados à maior motivação oferecida por este treino poderiam refletir em maior participação nestes sujeitos. De fato, em ambos os grupos a

¹⁹ Em nossa amostra haviam sujeitos com e sem o meio auxiliar (bengala) nos dois grupos, mas não foi realizada qualquer análise referente aos sujeitos que usavam ou não meio auxiliar.

melhora da função motora apresentou correlação com a qualidade de vida. Contudo, embora observado efeito de avaliação, nenhuma das intervenções promoveu efeito superior na qualidade de vida.

Em 2013 uma revisão sistemática e meta-análise encontrou apenas três estudos em RV que investigaram a participação e assim, discutiu que não havia no momento dados suficientes para avaliar os efeitos das diferentes intervenções que utilizaram a RV sobre a participação. Cabe destacar que nenhum dos estudos analisados utilizou uma escala de qualidade de vida específica para AVC e todos avaliaram os efeitos sobre membro superior⁽¹⁶⁸⁾.

Uma revisão mais recente também encontrou poucos estudos investigando a participação, nestes a abordagem era para avaliar os efeitos da RV sobre o membro superior e, novamente sem diferenças significativas entre os tipos de intervenção⁽²⁸⁾. Do mesmo modo, Palma et al.⁽³⁰⁾ reportaram que a carência de estudos que investigam a participação não permitiu concluir sobre os efeitos da RV neste domínio.

Um ensaio clínico randomizado avaliou os efeitos da RV (com uso do NWF) sobre a qualidade de vida (avaliada pela SF-36) e mobilidade de 30 sujeitos com sequelas crônicas de AVC e também não encontrou efeito superior deste tipo de intervenção⁽¹³¹⁾.

Assim como outros autores, acreditamos que a atividade física possa contribuir para melhora na qualidade de vida⁽¹³¹⁾. Contudo, neste estudo a atividade física foi realizada de maneira similar em termos de dose intensidade nos dois grupos, favorecendo a melhora deste aspecto ao longo da intervenção, independente do grupo. Além disso, é possível que vários aspectos que são considerados diferenciais na intervenção em RV não apresentem correlação direta com os itens avaliados nas escalas de participação, e deste modo, possam aumentar a motivação e engajamento durante o treino, sem impactar em tarefas do dia a dia.

Adicionalmente, é razoável supor que para aumentar a participação nesta população, outros aspectos importantes precisariam ser incorporados ao processo de reabilitação, incluindo ações de uma equipe multidisciplinar.

Como limitações deste estudo cabe destacar o desfecho da ferramenta selecionada para a intervenção em RV. Quando iniciamos este estudo o NWF era de fato a ferramenta mais interessante para promover o treino de equilíbrio nesta população por características já apresentadas anteriormente. Contudo, durante a realização deste estudo a Nintendo suspendeu a produção do NWF, e este sistema tornou-se obsoleto. Entretanto acreditamos

que nossos resultados e análises possam contribuir especialmente para estudos de desenvolvimento de novos sistemas customizados, e que estes considerem a importância da plataforma de força como interface principalmente para o treino de equilíbrio e nos casos de assimetria na descarga de peso ou da função motora de membro inferior.

5. CONCLUSÕES

O treino de equilíbrio com uso de realidade virtual promoveu melhora da estrutura e função e da atividade, mas não da participação de pessoas com sequelas crônicas de AVC.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carr J, Shepherd R. Reabilitação Neurológica: Otimizando o Desempenho Motor. 1a ed. Barueri SP: Manole; 2008.
2. Miller EL, Murray L, Richards L, Zorowitz RD, Bakas T, Clark P, et al. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a scientific statement from the American Heart Association. *Stroke*. 2010;41(10):2402-48.
3. Saúde Mrd. Manual de rotinas para atenção ao AVC. In: Departamento, Especializada dAao, editors. http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rotinas_para_atencao_avc.pdf: Secretaria de Atenção à Saúde; 2013.
4. Carver T, Nadeau S, Leroux A. Relation between physical exertion and postural stability in hemiparetic participants secondary to stroke. *Gait Posture*. 2011;33(4):615-9.
5. Yang S, Hwang WH, Tsai YC, Liu FK, Hsieh LF, Chern JS. Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90(12):969-78.
6. Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*. 2005;22(3):267-81.
7. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley AB, Tallis RC. The relationship between balance, disability, and recovery after stroke: predictive validity of the Brunel Balance Assessment. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(4):341-6.
8. Lubetzky-Vilnai A, Kartin D. The effect of balance training on balance performance in individuals poststroke: a systematic review. *J Neurol Phys Ther*. 2010;34(3):127-37.
9. Schmid AA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, Miller KK, Combs SA, Page SJ. Balance is associated with quality of life in chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2013;20(4):340-6.
10. Jørgensen L, Engstad T, Jacobsen BK. Higher incidence of falls in long-term stroke survivors than in population controls: depressive symptoms predict falls after stroke. *Stroke*. 2002;33(2):542-7.
11. Lamb SE, Ferrucci L, Volapto S, Fried LP, Guralnik JM, Study WsHaA. Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke: the Women's Health and Aging Study. *Stroke*. 2003;34(2):494-501.
12. Belgen B, Beninato M, Sullivan PE, Narielwalla K. The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(4):554-61.
13. Campbell GB, Matthews JT. An integrative review of factors associated with falls during post-stroke rehabilitation. *J Nurs Scholarsh*. 2010;42(4):395-404.
14. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(4):CD001920.
15. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-54.
16. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014;9(2):e87987.

17. Weiss P, Kizony R, Feintuch U, Katz N. Virtual reality in neurorehabilitation. In: Selzer M, Cohen L, Gage F, Clarke S, Duncan P, editors. *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation*: Cambridge University Press; 2006. p. 182–97.
18. Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, Wood Dauphinee S, Richards C, Ashburn A, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke*. 2004;35(11):2529-39.
19. Demain S, Burridge J, Ellis-Hill C, Hughes AM, Yardley L, Tedesco-Triccas L, et al. Assistive technologies after stroke: self-management or fending for yourself? A focus group study. *BMC Health Serv Res*. 2013;13:334.
20. Li Z, Han XG, Sheng J, Ma SJ. Virtual reality for improving balance in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2016;30(5):432-40.
21. Mouawad MR, Doust CG, Max MD, McNulty PA. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. *J Rehabil Med*. 2011;43(6):527-33.
22. Saposnik G, Levin M, Group ORCSW. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*. 2011;42(5):1380-6.
23. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10:85.
24. Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *Tohoku J Exp Med*. 2012;228(1):69-74.
25. Morone G, Tramontano M, Iosa M, Shofany J, Iemma A, Musicco M, et al. The efficacy of balance training with video game-based therapy in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Biomed Res Int*. 2014;2014:580861.
26. de Rooij IJM, de Port I, Meijer JWG. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*. 2016;96(12):1905-18.
27. Iruthayarajah J, McIntyre A, Cotoi A, Macaluso S, Teasell R. The use of virtual reality for balance among individuals with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2017;24(1):68-79.
28. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;11:CD008349.
29. Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One*. 2014;9(3):e93318.
30. Palma GC, Freitas TB, Bonuzzi GM, Soares MA, Leite PH, Mazzini NA, et al. Effects of virtual reality for stroke individuals based on the International Classification of Functioning and Health: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*. 2017;24(4):269-78.
31. Organização, Saúde Md. Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde <http://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/classificacao-internacional-de-funcionalidade-cif-oms.pdf2004>.
32. Lotufo PA, Goulart AC, Fernandes TG, Benseñor IM. A reappraisal of stroke mortality trends in Brazil (1979-2009). *Int J Stroke*. 2013;8(3):155-63.
33. Bensenor IM, Goulart AC, Szwarcwald CL, Vieira ML, Malta DC, Lotufo PA. Prevalence of stroke and associated disability in Brazil: National Health Survey--2013. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015;73(9):746-50.

34. Sacco R. Patogênese, Classificação e Epidemiologia das Doenças Vasculares Cerebrais In: LP R, editor. Merrit: Tratado de Neurologia 10 a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002 p. 184-95.
35. Gilroy J. Neurologia Básica: Doença Vascular Cerebral. Rio de Janeiro: Revinter; 2005.
36. Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, Coffey CS, Hoh BL, Jauch EC, et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015;46(10):3020-35.
37. Gagliardi R, Raffin C, Fábio S. Tratamento da Fase Aguda do Acidente Vascular Cerebral. In: Associação, Medicina MBeCFd, editors. 2001.
38. Brewer L, Horgan F, Hickey A, Williams D. Stroke rehabilitation: recent advances and future therapies. *QJM*. 2013;106(1):11-25.
39. Campbell W. DeJong – O exame neurológico. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
40. Carr J, Shepherd R. Reabilitação Neurológica: Otimizando o Desempenho Motor. 1a ed. Barueri SP: Manole; 2008.
41. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet*. 2011;377(9778):1693-702.
42. Hendrickson J, Patterson KK, Inness EL, McIlroy WE, Mansfield A. Relationship between asymmetry of quiet standing balance control and walking post-stroke. *Gait Posture*. 2014;39(1):177-81.
43. Wee JY, Hopman WM. Stroke impairment predictors of discharge function, length of stay, and discharge destination in stroke rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84(8):604-12.
44. Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, Choi JY, Glasberg JJ, Graham GD, et al. Management of Adult Stroke Rehabilitation Care: a clinical practice guideline. *Stroke*. 2005;36(9):e100-43.
45. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther*. 2006;86(1):30-8.
46. Umphred D. Reabilitação Neurológica. 4 a ed. Barueri: Manole; 2004.
47. Shumway-Cook A, Woollacott M. Controle Motor- Teoria e Aplicações Práticas 2 a ed. Barueri: Manole 2003.
48. Rode G, Tiliket C, Boisson D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med*. 1997;29(1):11-6.
49. Brown LA, Sleik RJ, Winder TR. Attentional demands for static postural control after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(12):1732-5.
50. Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, Vicaut E, Eisenfisz M, Tran Ba Huy P, et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(2):268-73.
51. Tasseel-Ponche S, Yelnik AP, Bonan IV. Motor strategies of postural control after hemispheric stroke. *Neurophysiol Clin*. 2015;45(4-5):327-33.
52. Genthon N, Rougier P, Gissot AS, Froger J, Pélissier J, Pérennou D. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke*. 2008;39(6):1793-9.
53. de Haart M, Geurts AC, Dault MC, Nienhuis B, Duysens J. Restoration of weight-shifting capacity in patients with postacute stroke: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(4):755-62.

54. Roerdink M, Geurts AC, de Haart M, Beek PJ. On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(3):267-74.
55. Chang WH, Tang PF, Wang YH, Lin KH, Chiu MJ, Chen SH. Role of the premotor cortex in leg selection and anticipatory postural adjustments associated with a rapid stepping task in patients with stroke. *Gait Posture*. 2010;32(4):487-93.
56. Massion J, Ioffe M, Schmitz C, Viallet F, Gantcheva R. Acquisition of anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task: normal and pathological aspects. *Exp Brain Res*. 1999;128(1-2):229-35.
57. Slijper H, Latash ML, Rao N, Aruin AS. Task-specific modulation of anticipatory postural adjustments in individuals with hemiparesis. *Clin Neurophysiol*. 2002;113(5):642-55.
58. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(10):1074-82.
59. Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1138-44.
60. Dault MC, de Haart M, Geurts AC, Arts IM, Nienhuis B. Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients. *Hum Mov Sci*. 2003;22(3):221-36.
61. Pérennou D. Weight bearing asymmetry in standing hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76(5):621.
62. Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. *Phys Ther*. 1997;77(5):488-507.
63. Mansfield A, Inness EL, Lakhani B, McIlroy WE. Determinants of limb preference for initiating compensatory stepping poststroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(7):1179-84.
64. Marigold DS, Eng JJ. Altered timing of postural reflexes contributes to falling in persons with chronic stroke. *Exp Brain Res*. 2006;171(4):459-68.
65. Mansfield A, Danells CJ, Zettel JL, Black SE, McIlroy WE. Determinants and consequences for standing balance of spontaneous weight-bearing on the paretic side among individuals with chronic stroke. *Gait Posture*. 2013;38(3):428-32.
66. Bonnyaud C, Zory R, Pradon D, Vuillerme N, Roche N. Clinical and biomechanical factors which predict timed up and down stairs test performance in hemiparetic patients. *Gait Posture*. 2013;38(3):466-70.
67. Vearrier LA, Langan J, Shumway-Cook A, Woollacott M. An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. *Gait Posture*. 2005;22(2):154-63.
68. Tsaklis PV, Grooten WJ, Franzén E. Effects of weight-shift training on balance control and weight distribution in chronic stroke: a pilot study. *Top Stroke Rehabil*. 2012;19(1):23-31.
69. Goliwas M, Kocur P, Furmaniuk L, Majchrzycki M, Wiernicka M, Lewandowski J. Effects of sensorimotor foot training on the symmetry of weight distribution on the lower extremities of patients in the chronic phase after stroke. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(9):2925-30.
70. Taubert M, Mehnert J, Pleger B, Villringer A. Rapid and specific gray matter changes in M1 induced by balance training. *Neuroimage*. 2016;133:399-407.
71. Davis JZ. Task selection and enriched environments: a functional upper extremity training program for stroke survivors. *Top Stroke Rehabil*. 2006;13(3):1-11.

72. Teasell R, Mehta S, Pereira S, McIntyre A, Janzen S, Allen L, et al. Time to rethink long-term rehabilitation management of stroke patients. *Top Stroke Rehabil.* 2012;19(6):457-62.
73. Teasell RW, Murie Fernandez M, McIntyre A, Mehta S. Rethinking the continuum of stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(4):595-6.
74. Cicinelli P, Pasqualetti P, Zaccagnini M, Traversa R, Oliveri M, Rossini PM. Interhemispheric asymmetries of motor cortex excitability in the postacute stroke stage: a paired-pulse transcranial magnetic stimulation study. *Stroke.* 2003;34(11):2653-8.
75. Llorens R, Noé E, Alcañiz M, Deutsch JE. Time since injury limits but does not prevent improvement and maintenance of gains in balance in chronic stroke. *Brain Inj.* 2018;32(3):303-9.
76. Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(11):1629-37.
77. Coupar F, Pollock A, Rowe P, Weir C, Langhorne P. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2012;26(4):291-313.
78. Wang L, Conner JM, Nagahara AH, Tuszynski MH. Rehabilitation drives enhancement of neuronal structure in functionally relevant neuronal subsets. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2016;113(10):2750-5.
79. Nudo RJ. Neural bases of recovery after brain injury. *J Commun Disord.* 2011;44(5):515-20.
80. Di Pino G, Pellegrino G, Assenza G, Capone F, Ferreri F, Formica D, et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(10):597-608.
81. Warraich Z, Kleim JA. Neural plasticity: the biological substrate for neurorehabilitation. *PM R.* 2010;2(12 Suppl 2):S208-19.
82. Brown CE, Boyd JD, Murphy TH. Longitudinal in vivo imaging reveals balanced and branch-specific remodeling of mature cortical pyramidal dendritic arbors after stroke. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2010;30(4):783-91.
83. Carmichael ST, Archibeque I, Luke L, Nolan T, Momiy J, Li S. Growth-associated gene expression after stroke: evidence for a growth-promoting region in peri-infarct cortex. *Exp Neurol.* 2005;193(2):291-311.
84. Jones TA, Kleim JA, Greenough WT. Synaptogenesis and dendritic growth in the cortex opposite unilateral sensorimotor cortex damage in adult rats: a quantitative electron microscopic examination. *Brain Res.* 1996;733(1):142-8.
85. Frost SB, Barbay S, Friel KM, Plautz EJ, Nudo RJ. Reorganization of remote cortical regions after ischemic brain injury: a potential substrate for stroke recovery. *J Neurophysiol.* 2003;89(6):3205-14.
86. Stinear CM, Barber PA, Smale PR, Coxon JP, Fleming MK, Byblow WD. Functional potential in chronic stroke patients depends on corticospinal tract integrity. *Brain.* 2007;130(Pt 1):170-80.
87. Schaechter JD, Perdue KL, Wang R. Structural damage to the corticospinal tract correlates with bilateral sensorimotor cortex reorganization in stroke patients. *Neuroimage.* 2008;39(3):1370-82.
88. Cramer SC, Parrish TB, Levy RM, Stebbins GT, Ruland SD, Lowry DW, et al. Predicting functional gains in a stroke trial. *Stroke.* 2007;38(7):2108-14.

89. Marshall RS, Zarahn E, Alon L, Minzer B, Lazar RM, Krakauer JW. Early imaging correlates of subsequent motor recovery after stroke. *Ann Neurol*. 2009;65(5):596-602.
90. Liepert J, Hamzei F, Weiller C. Motor cortex disinhibition of the unaffected hemisphere after acute stroke. *Muscle Nerve*. 2000;23(11):1761-3.
91. Shimizu T, Hosaki A, Hino T, Sato M, Komori T, Hirai S, et al. Motor cortical disinhibition in the unaffected hemisphere after unilateral cortical stroke. *Brain*. 2002;125(Pt 8):1896-907.
92. Finger SB, F, Tyler K. Recovery of function: redundancy and vicariation theories. In: Aminoff M, Boller F, Swaab D, editors. *Handbook of Clinical Neurology*. 95. United Kingdom: Elsevier; 2009.
93. Rossini PM, Calautti C, Pauri F, Baron JC. Post-stroke plastic reorganisation in the adult brain. *Lancet Neurol*. 2003;2(8):493-502.
94. Fregni F, Pascual-Leone A. Hand motor recovery after stroke: tuning the orchestra to improve hand motor function. *Cogn Behav Neurol*. 2006;19(1):21-33.
95. Madhavan S, Rogers LM, Stinear JW. A paradox: after stroke, the non-lesioned lower limb motor cortex may be maladaptive. *Eur J Neurosci*. 2010;32(6):1032-9.
96. Carey JR, Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Dorsey L, Rundquist P, et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. *Brain*. 2002;125(Pt 4):773-88.
97. Yen CL, Wang RY, Liao KK, Huang CC, Yang YR. Gait training induced change in corticomotor excitability in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(1):22-30.
98. Omiyale O, Crowell CR, Madhavan S. Effect of Wii-based balance training on corticomotor excitability post stroke. *J Mot Behav*. 2015;47(3):190-200.
99. Mulder T, Hochstenbach J. Adaptability and flexibility of the human motor system: implications for neurological rehabilitation. *Neural Plast*. 2001;8(1-2):131-40.
100. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2006;19(1):84-90.
101. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res*. 2008;51(1):S225-39.
102. Fu MJ, Knutson JS, Chae J. Stroke Rehabilitation Using Virtual Environments. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;26(4):747-57.
103. You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke*. 2005;36(6):1166-71.
104. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH, et al. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(11):2218-23.
105. Pietrzak E, Pullman S, McGuire A. Using Virtual Reality and Videogames for Traumatic Brain Injury Rehabilitation: A Structured Literature Review. *Games Health J*. 2014;3(4):202-14.
106. Bonnechère B, Jansen B, Omelina L, Van Sint Jan S. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2016;39(4):277-90.
107. Kim E, Kang J, Park J, Jung B. Clinical feasibility of interactive commercial Nintendo gaming for chronic stroke rehabilitation. *J Phys Ther Sci* 2012;24:3.

108. Yavuzer G, Senel A, Atay MB, Stam HJ. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2008;44(3):237-44.
109. Goble DJ, Cone BL, Fling BW. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of "Wii-search". *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11:12.
110. Da Gama A, Fallavollita P, Teichrieb V, Navab N. Motor Rehabilitation Using Kinect: A Systematic Review. *Games Health J*. 2015;4(2):123-35.
111. Gronbech Jorgensen M, Andersen S, Ryg J, Masud T. Novel Use of the Nintendo Wii Board for Measuring Isometric Lower Limb Strength: A Reproducible and Valid Method in Older Adults. *PLoS One*. 2015;10(10):e0138660.
112. Blomkvist AW, Andersen S, de Bruin ED, Jorgensen MG. Isometric hand grip strength measured by the Nintendo Wii Balance Board - a reliable new method. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:56.
113. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture*. 2010;31(3):307-10.
114. Park DS, Lee G. Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11:99.
115. Bower KJ, McGinley JL, Miller KJ, Clark RA. Instrumented static and dynamic balance assessment after stroke using Wii Balance Boards: reliability and association with clinical tests. *PLoS One*. 2014;9(12):e115282.
116. Jorgensen MG, Laessoe U, Hendriksen C, Nielsen OB, Aagaard P. Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(7):845-52.
117. Fung V, Ho A, Shaffer J, Chung E, Gomez M. Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2012;98(3):183-8.
118. LeGear T, LeGear M, Preradovic D, Wilson G, Kirkham A, Camp PG. Does a Nintendo Wii exercise program provide similar exercise demands as a traditional pulmonary rehabilitation program in adults with COPD? *Clin Respir J*. 2016;10(3):303-10.
119. Imam B, Miller WC, Finlayson HC, Eng JJ, Payne MW, Jarus T, et al. A Telehealth Intervention Using Nintendo Wii Fit Balance Boards and iPads to Improve Walking in Older Adults With Lower Limb Amputation (Wii.n.Walk): Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Res Protoc*. 2014;3(4):e80.
120. Pompeu JE, Mendes FA, Silva KG, Lobo AM, Oliveira TeP, Zomignani AP, et al. Effect of Nintendo Wii™-based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: a randomised clinical trial. *Physiotherapy*. 2012;98(3):196-204.
121. Yatar GI, Yildirim SA. Wii Fit balance training or progressive balance training in patients with chronic stroke: a randomised controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(4):1145-51.
122. Clark RA, McGough R, Paterson K. Reliability of an inexpensive and portable dynamic weight bearing asymmetry assessment system incorporating dual Nintendo Wii Balance Boards. *Gait Posture*. 2011;34(2):288-91.

123. Young W, Ferguson S, Brault S, Craig C. Assessing and training standing balance in older adults: a novel approach using the 'Nintendo Wii' Balance Board. *Gait Posture*. 2011;33(2):303-5.
124. Huurnink A, Fransz DP, Kingma I, van Dieën JH. Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *J Biomech*. 2013;46(7):1392-5.
125. Bartlett HL, Ting LH, Bingham JT. Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait Posture*. 2014;39(1):224-8.
126. Llorens R, Latorre J, Noé E, Keshner EA. Posturography using the Wii Balance Board™: A feasibility study with healthy adults and adults post-stroke. *Gait Posture*. 2016;43:228-32.
127. Barcala L, Grecco LA, Colella F, Lucareli PR, Salgado AS, Oliveira CS. Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(8):1027-32.
128. Hung JW, Chou CX, Hsieh YW, Wu WC, Yu MY, Chen PC, et al. Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight-shift therapy in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(9):1629-37.
129. Pedreira da Fonseca E, Ribeiro da Silva NM, Pinto EB. Therapeutic Effect of Virtual Reality on Post-Stroke Patients: Randomized Clinical Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(1):94-100.
130. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2016;47(6):e98-e169.
131. da Silva Ribeiro NM, Ferraz DD, Pedreira É, Pinheiro Í, da Silva Pinto AC, Neto MG, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(4):299-305.
132. Song GB, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(7):2057-60.
133. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Int J Surg*. 2012;10(1):28-55.
134. Godefroy O, Fickl A, Roussel M, Auribault C, Bugnicourt JM, Lamy C, et al. Is the Montreal Cognitive Assessment superior to the Mini-Mental State Examination to detect poststroke cognitive impairment? A study with neuropsychological evaluation. *Stroke*. 2011;42(6):1712-6.
135. Deutsch JE, Brettler A, Smith C, Welsh J, John R, Guarrera-Bowlby P, et al. Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil*. 2011;18(6):701-19.
136. dos Santos Mendes FA, Pompeu JE, Modenesi Lobo A, Guedes da Silva K, Oliveira TeP, Peterson Zomignani A, et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease--effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiotherapy*. 2012;98(3):217-23.
137. Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento NH, Inoue MMEA, et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisiot*. 2006;10(2):7.
138. NeuroCom International I. Balance Master Operator's Manual. Clackamas2002.

139. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther.* 2009;89(5):484-98.
140. Chinsongkram B, Chaikere N, Saengsirisuwan V, Viriyatharakij N, Horak FB, Boonsinsukh R. Reliability and validity of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in people with subacute stroke. *Phys Ther.* 2014;94(11):1632-43.
141. Chinsongkram B, Chaikere N, Saengsirisuwan V, Horak FB, Boonsinsukh R. Responsiveness of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in People With Subacute Stroke. *Phys Ther.* 2016;96(10):1638-47.
142. Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *J Rehabil Res Dev.* 2002;39(4):439-44.
143. Britto RR, Sousa LAP. Teste de caminhada de seis minutos - uma normatização brasileira. *Fisioterapia Mov.* 2006;19(4):6.
144. Pradon D, Roche N, Enette L, Zory R. Relationship between lower limb muscle strength and 6-minute walk test performance in stroke patients. *J Rehabil Med.* 2013;45(1):105-8.
145. Liu J, Drutz C, Kumar R, McVicar L, Weinberger R, Brooks D, et al. Use of the six-minute walk test poststroke: is there a practice effect? *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(9):1686-92.
146. Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D, Irvin E, Martino R, Takhar P, et al. Considerations for the Selection of Time-Limited Walk Tests Poststroke: A Systematic Review of Test Protocols and Measurement Properties. *J Neurol Phys Ther.* 2017;41(1):3-17.
147. Williams LS, Weinberger M, Harris LE, Clark DO, Biller J. Development of a stroke-specific quality of life scale. *Stroke.* 1999;30(7):1362-9.
148. Lima, RCM. Adaptação transcultural do stroke specific quality of life – SSQOL: Um instrumento específico para avaliar a qualidade de vida de hemiplégicos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.
149. Lima RCM, Teixeira-Salmela LF, Magalhães LC, Gomes-Neto M. Propriedades psicométricas da versão brasileira da escala de qualidade de vida específica para acidente vascular encefálico: aplicação do modelo Rasch. *Rev Bras Fisiot.* 2008;12(2):8.
150. Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed "Up & Go" Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(7):1201-8.
151. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke.* 2010;41(7):1477-84.
152. Lloréns R, Gil-Gómez JA, Alcañiz M, Colomer C, Noé E. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil.* 2015;29(3):261-8.
153. Gouvêa J. Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral: Universidade de São Paulo; 2016.

154. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2015;61(3):117-24.
155. Luque-Moreno C, Ferragut-Garcías A, Rodríguez-Blanco C, Heredia-Rizo AM, Oliva-Pascual-Vaca J, Kiper P, et al. A Decade of Progress Using Virtual Reality for Poststroke Lower Extremity Rehabilitation: Systematic Review of the Intervention Methods. *Biomed Res Int.* 2015;2015:342529.
156. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2008;28(2):201-6.
157. Mirelman A, Patriitti BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait Posture.* 2010;31(4):433-7.
158. Fluet GG, Deutsch JE. Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post-Stroke: The Promise and Current State of the Field. *Curr Phys Med Rehabil Rep.* 2013;1(1):9-20.
159. Bower KJ, Clark RA, McGinley JL, Martin CL, Miller KJ. Clinical feasibility of the Nintendo Wii™ for balance training post-stroke: a phase II randomized controlled trial in an inpatient setting. *Clin Rehabil.* 2014;28(9):912-23.
160. Cheok G, Tan D, Low A, Hewitt J. Is Nintendo Wii an Effective Intervention for Individuals With Stroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(11):923-32.
161. Peters DM, McPherson AK, Fletcher B, McClenaghan BA, Fritz SL. Counting repetitions: an observational study of video game play in people with chronic poststroke hemiparesis. *J Neurol Phys Ther.* 2013;37(3):105-11.
162. Stanton R, Ada L, Dean CM, Preston E. Biofeedback improves performance in lower limb activities more than usual therapy in people following stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2017;63(1):11-6.
163. Fritz SL, Peters DM, Merlo AM, Donley J. Active video-gaming effects on balance and mobility in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil.* 2013;20(3):218-25.
164. Chen HY, Wing AM. Independent control of force and timing symmetry in dynamic standing balance: implications for rehabilitation of hemiparetic stroke patients. *Hum Mov Sci.* 2012;31(6):1660-9.
165. Rajaratnam BS, Gui Kaien J, Lee Jialin K, Sweesin K, Sim Fenru S, Enting L, et al. Does the Inclusion of Virtual Reality Games within Conventional Rehabilitation Enhance Balance Retraining after a Recent Episode of Stroke? *Rehabil Res Pract.* 2013;2013:649561.
166. Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med.* 2005;37(2):75-82.
167. Maulden SA, Gassaway J, Horn SD, Smout RJ, DeJong G. Timing of initiation of rehabilitation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(12 Suppl 2):S34-S40.
168. Lohse K, Shirzad N, Verster A, Hodges N, Van der Loos HF. Video games and rehabilitation: using design principles to enhance engagement in physical therapy. *J Neurol Phys Ther.* 2013;37(4):166-75.

7. ANEXOS

ANEXO 1- Aprovação do Comitê de Ética

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **12/06/2013**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **224/13** intitulado: **"EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA, COGNITIVA, EQUILÍBRIO E MARCHA DE PACIENTES COM SEQUELAS CRONICAS DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO "** apresentado pelo Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Maria Elisa Pimentel Piemonte

Pesquisador (a) Executante: Tatiana de Paula Oliveira

CEP-FMUSP, 14 de Junho de 2013.

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina
e-mail: cep_fm@usp.br

ANEXO 2- MoCA

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Versão Experimental Brasileira

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____
Escolaridade: _____ Data de avaliação: ____/____/____
Sexo: _____ Idade: _____

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA		Copiar o cubo		Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)		Pontos	
[] []		[] []		[] Contorno	[] Números	[] Ponteiros	
						___/5	
NOMEAÇÃO							
[]		[]		[]		___/3	
MEMÓRIA							
Leia a lista de palavras, o sujeito deve repeti-la, faça duas tentativas. Evocar após 5 minutos.		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Sem Pontuação
1ª tentativa							
2ª tentativa							
ATENÇÃO							
Leia a sequência de números (1 número por segundo). O sujeito deve repetir a sequência em ordem direta [] 2 1 8 5 4. O sujeito deve repetir a sequência em ordem indireta [] 7 4 2.							___/2
Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros. [] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B							___/1
Subtração de 7 começando pelo 100 [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65. 4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto.							___/3
LINGUAGEM							
Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. []		O gato sempre se esconde embaixo do sofá quando o cachorro está na sala. []					___/2
Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [] _____ (N ≥ 11 palavras)							___/1
ABSTRAÇÃO							
Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta []		trem - bicicleta []		relógio - régua []		___/2	
EVOCAÇÃO TARDIA							
Deve recordar as palavras SEM PISTAS []		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS
Pista de categoria		[]	[]	[]	[]	[]	
Pista de múltipla escolha							
OPCIONAL							
ORIENTAÇÃO							
[] Dia do mês		[] Mês	[] Ano	[] Dia da semana	[] Lugar	[] Cidade	___/6
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmento Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)						TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade ___/30	

ANEXO 3 – Questionário de Identificação do Participante

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE

Nome: _____
RG: _____ Idade: _____ Data de nascimento: _____
Escolaridade: _____ Sexo: _____ Estado civil: _____
Data da lesão: _____ Tempo de lesão: _____
Endereço: _____
Telefone: _____
Responsável: _____
Área acometida: _____ D ☐ E ☐
Hemiparesia: ☐ ☐ D ☐ E
Natureza da lesão: _____
Data da avaliação: _____ Avaliador: _____
Paciente: ☐ agudo ☐ crônico
☐ sem fisio ☐ fisio grupo ☐ fisio individual
tempo _____ freqüência _____
☐ afasia ☐ compreensão ☐ expressão

Exames Complementares:

Medicamentos:

Antecedentes Pessoais:

Tratamentos:

Queixa Funcional:

ANEXO 4 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO Nº APTO:
BAIRRO: CIDADE
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)
2. RESPONSÁVEL LEGAL
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO.:/...../.....
ENDEREÇO:..... Nº APTO:
BAIRRO:..... CIDADE:
CEP:..... TELEFONE:DDD(.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA, COGNITIVA, EQUILÍBRIO E MARCHA DE PACIENTES COM SEQUELAS CRÔNICAS DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

PESQUISADOR : MARIA ELISA PIMENTEL PIEMONTE

CARGO/FUNÇÃO: DOCENTE INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 12863-F

UNIDADE DO HCFMUSP: DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO x	RISCO MÉDIO ☐
RISCO BAIXO ☐	RISCO MAIOR ☐

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : DOIS ANOS

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Este estudo tem como objetivo geral comparar os efeitos obtidos por meio de um treinamento realizado por fisioterapeutas com o videogame Nintendo® Wii Fit *Plus* com um treinamento fisioterapêutico convencional para melhorar o equilíbrio, o andar e a atenção de pessoas que tiveram um Acidente Vascular Encefálico.

Caso o(a) Senhor(a) concorde em participar deste estudo, o(a) Senhor(a) passará por uma avaliação do seu equilíbrio, do seu andar e da sua atenção por meio de testes e de perguntas realizadas por um fisioterapeuta qualificado e treinado. Essa avaliação será repetida no final do treinamento pelo mesmo fisioterapeuta e após 2 meses do final do treinamento.

Após a avaliação, o(a) Senhor(a) participará de um sorteio para definir qual dos dois tipos de treinamento o(a) Senhor(a) realizará. Ambos os treinamentos serão realizados duas vezes por semana, aqui neste mesmo local e terão duração de 60 minutos. A primeira etapa dos dois treinamentos é idêntica e consiste em exercícios para o alongamento e fortalecimento muscular, com duração de 30 minutos.

Já na segunda etapa, que dura mais 30 minutos, os treinamentos são diferentes: se o(a) Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento com o videogame, o(a) Senhor(a), com o auxílio de um fisioterapeuta, treinará 10 jogos do videogame Nintendo® Wii Fit *Plus*, cinco em cada sessão; se o(a) Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento convencional, o(a) Senhor(a) fará vários exercícios, orientados pelo fisioterapeuta, parecidos com os jogos do videogame.

Em qualquer um dos tratamentos que o(a) Senhor(a) for sorteado, a possibilidade de riscos é mínima, sendo que, se o(a) Senhor(a) não está acostumado com os exercícios, pode sentir desconfortos mínimos, como, por exemplo, fadiga muscular. O(A) Senhor(a) não terá nenhum risco de quedas, pois estará sempre acompanhado pelo fisioterapeuta.

Embora o objetivo deste estudo seja melhorar o equilíbrio, o andar e a atenção de pacientes que tiveram um Acidente Vascular Encefálico, como se trata de um estudo experimental não é possível garantir que o Senhor(a) perceba qualquer dessas melhoras.

Colocamo-nos a disposição para responder qualquer pergunta ou esclarecer qualquer dúvida sobre o estudo. A pesquisadora principal e orientadora é a fisioterapeuta Maria Elisa Pimentel Piemonte e as pesquisadoras executantes são as fisioterapeutas Camila Souza Miranda e Tatiana de Paula Oliveira, que podem ser localizadas no endereço – Rua Cipotânea, 51 na Cidade Universitária ou pelo telefone (11) 3091-7459. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 2º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fm@usp.br.

O(A) Senhor(a) tem liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade das suas atividades aqui neste local.

O(A) Senhor(a) não terá sua identificação revelada, assim como seus dados serão confidenciais, tendo conhecimento somente as pessoas ligadas a este estudo. Toda informação sobre o andamento do estudo será repassada ao Senhor (a), mesmo que estes não sejam favoráveis.

Não haverá despesas pessoais para o(a) Senhor(a) em qualquer fase do estudo e também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se houver qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para este estudo.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo” EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA, COGNITIVA, EQUILÍBRIO E MARCHA DE PACIENTES COM SEQUELAS CRONICAS DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO”.

Eu discuti com a Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal

Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha

Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____ / ____ / ____

ANEXO 5 - Série de exercícios de aquecimento
Série I de exercícios de aquecimento - SESSÕES: 1,5,9,13

1. Em decúbito dorsal, alongamento de cadeia posterior com ênfase em tríceps sural (4 repetições de 30 segundos no membro afetado e 2 no membro não afetado).

2. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de tríple flexão terapeuta facilita a dorsiflexão manualmente (5 repetições com o membro não afetado e 10 com o afetado).

3. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de “ponte” com o paciente com as pernas e coxas flexionadas e pés apoiados no solo (10 repetições).

4. Em sedestação, exercícios ativos de rotação de tronco em padrão diagonal segurando bastão e olhando para ele (5 repetições para cada lado).

5. Em sedestação com as costas apoiadas, fortalecimento excêntrico de quadríceps com tornozleira (carga variável conforme o paciente), 3 séries de 12 repetições apenas no membro

6. Em sedestação com as costas apoiadas, exercícios ativos de dorsiflexão bilateral simultânea, com os pés apoiados no chão (15 repetições)

1. Em decúbito dorsal, alongamento de cadeia posterior com ênfase em tríceps sural (4 repetições de 30 segundos no membro afetado e 2 no membro não afetado).

2. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de tríplice flexão terapeuta facilita a dorsiflexão manualmente (5 repetições com o membro não afetado e 10 com o afetado).

3. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de “ponte” com o paciente com as pernas e coxas flexionadas e pés apoiados no solo (10 repetições).

4. Em sedestação, exercícios ativos de rotação de tronco em padrão diagonal segurando bastão e olhando para ele (5 repetições para cada lado).

5. Em sedestação com as costas apoiadas, fortalecimento excêntrico de quadríceps com tornozleira (carga variável conforme o paciente), 3 séries de 12 repetições apenas no membro afetado

6. Em sedestação com as costas apoiadas, exercícios ativos de dorsiflexão bilateral simultânea, com os pés apoiados no chão (15 repetições).

1. Em decúbito dorsal, alongamento de cadeia posterior com ênfase em tríceps sural (4 repetições de 30 segundos no membro afetado e 2 no membro não afetado).

2. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de trílice flexão terapeuta facilita a dorsiflexão manualmente (5 repetições com o membro não afetado e 10 com o afetado).

3. Em decúbito dorsal, exercícios ativos de “ponte” com o paciente com as pernas e coxas flexionadas e pés apoiados no solo (10 repetições).

4. Em sedestação, exercícios ativos de rotação de tronco em padrão diagonal segurando bastão e olhando para ele (5 repetições para cada lado).

5. Em sedestação com as costas apoiadas, fortalecimento excêntrico de quadríceps com tornoeleira (carga variável conforme o paciente), 3 séries de 12 repetições apenas no membro

6. Em sedestação com as costas apoiadas, exercícios ativos de dorsiflexão bilateral simultânea, com os pés apoiados no chão (15 repetições).

1. Em decúbito dorsal, alongamento de cadeia posterior com ênfase em tríceps sural (4 repetições de 30 segundos no membro afetado e 2 no membro não afetado).

2. Em decúbito dorsal, exercícios ativos-resistidos de tríple flexão alternada, terapeuta facilita a dorsiflexão com resistência manual (10 repetições de cada lado).

3. Em decúbito dorsal, com os pés apoiados na bola terapêutica, joelhos semi-fletidos, extensão ativo-resistida de membros inferiores (15 repetições).

4. Em sedestação, exercícios ativos de rotação de tronco em padrão diagonal segurando bastão, encostando o bastão no chão ao término da descida (5 repetições para cada lado).

5. Em sedestação com as costas apoiadas, fortalecimento excêntrico de quadríceps com tornoeleira (carga variável conforme o paciente), 3 séries de 12 repetições apenas no membro afetado.

6. Em sedestação com as costas apoiadas, com o pé afetado apoiado sobre o disco proprioceptivo, exercício ativo de dorsiflexão e flexão plantar (2 séries de 15 movimentos).

ANEXO 6 - FUGL-MEYER (sessão de membro inferior)

V. FUNÇÃO MOTORA MEMBRO INFERIOR:					
Motricidade Reflexa:					0 – sem atividade reflexa 2 – atividade reflexa pode ser avaliada (4)
1 - Motricidade reflexa:					
patelar e aquileu / adutor					
					0 – 2 ou 3 reflexos estão marcadamente hiperativos 1 – 1 reflexo esta hiperativo ou 2 estão vivos 2 – não mais que 1 reflexo esta vivo (2)
2 – Sinergia flexora:					
D D	flexão quadril				
	joelho				
	dorsiflexão				
					0 – tarefa não pode ser realizada* 1 – tarefa pode ser realizada parcialmente 2 – tarefa é realizada perfeitamente <i>Pont. máx: (6)</i>
3 – Sinergia extensora: (inicia em trílice)					
D D	extensão de quadril				
	adução de quadril				
	extensão de joelho				
	flexão plantar				
					0 – tarefa não pode ser realizada* 1 – tarefa pode ser realizada parcialmente 2 – tarefa é realizada perfeitamente <i>Pont max: (8)</i>
4 – Mov. com e sem sinergias:					
S E N T A D O	a) a partir de leve extensão de joelho, realizar uma flexão de joelho além de 90°.				
	b) dorsiflexão de tornozelo				
E M P É	c) quadril a 0°, realizar a flexão de joelho mais que 90°				
	d) dorsiflexão do tornozelo				
					a) 0 – sem movimento ativo 1 – o joelho pode ativamente ser fletido até 90° (palpar os tendões dos flexores do joelho) 2 – o joelho pode ser fletido além de 90° b) 0 – tarefa não pode ser realizada* 1 – tarefa pode ser realizada parcialmente 2 – tarefa é realizada perfeitamente c) 0 – o joelho não pode ser fletido se o quadril não é fletido simultaneamente 1 – inicia flexão de joelho sem flexão do quadril, porém não atinge os 90° de flexão de joelho ou flete o quadril durante o término do movimento. 2 – a tarefa é realizada completamente d) 0 – tarefa não pode ser realizada* 1 – tarefa pode ser realizada parcialmente 2 – tarefa é realizada perfeitamente <i>Pont. máx:(8)</i>
VI. COORDENAÇÃO./ VELOCIDADE MI:					
a) tremor					a) 0 – tremor marcante/ 1 – tremor leve/ 2 – sem tremor b) 0 – dismetria marcante/ 1 – dismetria leve/ 2 – sem dismetria c) 0 – 6 seg. mais lento que o lado não afetado/ 1 – 2 a 5 seg. mais lento que o lado afetado/ 2 – menos de 2 segundos de diferença <i>Pont. máx: (6)</i>
b) dismetria					
c) velocidade (calcanhar-joelho 5 vezes)					
					ESCORE:

ANEXO 7 - BESTest

BEST 1 - Base de apoio

Instrução: Fique em pé, braços ao longo do corpo e relate se sente dores em pés, tornozelo e quadris.

(3) Normal: Ambos os pés têm base de apoio normal, sem deformidades ou dor

(2) Um pé tem deformidades E/OU dor

(1) Ambos os pés tem dor OU deformidades

(0) Ambos os pés tem dor E deformidades

BEST 2 - Alinhamento do centro de massa

Instrução: Fique em pé, braços próximos ao corpo, olhando para a frente.

(3) Alinhamento centro de massa AP e ML normais e alinhamento segmentar postural normal

(2) Alinhamento centro de massa AP ou ML anormais ou alinhamento segmentar postural anormal

(1) Alinhamento centro de massa AP ou ML anormais e alinhamento segmentar postural normal

(0) Alinhamento centro de massa AP e ML anormais

BEST 3 - Força e ADM de tornozelo

Instrução: Apóie os dedos em minhas mãos, permaneça 3 segundos nas pontas dos pés e 3 segundos sobre os calcanhares.

(3) Normal: Capaz de ficar em pé, com altura máxima e ficar nos calcanhares com a ponta do pé para cima

(2) Comprometimento em um pé em flexores ou extensores do tornozelo (exp, menos do que a altura máxima)

(1) Comprometimento nos dois grupos do tornozelo (por exemplo, os flexores bilaterais ou ambos os flexores e extensores do tornozelo de um pé)

Comprometimento em flexores e extensores em ambos os tornozelos direito e esquerdo (ou seja, menos do que a altura máxima)

BEST 4 - Força lateral de quadril e tronco

Instrução: Apóie os dedos em minhas mãos, eleve a perna lateralmente até meu comando para retornar a posição inicial, tente manter seu tronco vertical.

(3) Normal: abduz os quadris para levantar o pé do chão por 10 segundos, mantendo tronco vertical

(2) Leve: abduz os quadris para levantar o pé do chão durante 10 s, mas sem manter tronco vertical

(1) Moderado: abduz apenas um quadril do chão por 10 segundos com o tronco vertical

(0) Severo: Não consegue abduzir qualquer quadril para levantar o pé do chão por 10 segundos com o tronco vertical ou sem vertical

BEST 5 - Sentar e levantar do chão

Instrução: Você é capaz de sentar-se e levantar-se do chão em 2 minutos? Caso necessite, poderá usar uma cadeira.

Mostre-me que você é capaz de realizar a tarefa sem minha ajuda.

(3) Normal: Independentemente senta no chão e se levanta

(2) Leve: Usa uma cadeira para sentar no chão ou levantar-se

(1) Moderado: Usa uma cadeira para sentar no chão e se levantar

(0) Severo: Não é possível sentar-se ou levantar-se do chão, mesmo com uma cadeira, ou se recusa

BEST 6 - Sentado verticalmente e inclinação lateral

Instrução: Feche os olhos, cruze os braços no peito, pés alinhados com os ombros, incline-se o máximo que conseguir sem perder o equilíbrio ou usar as mãos. Retorne à posição inicial.

		Inclinação			Verticalização
Esquerda	Direita		Esquerda	Direita	
(3)	(3)	Máxima inclinação, move os ombros além da linha média do corpo, muito estável	(3)	(3)	Realinha para vertical, com muito pouca ou nenhuma ultrapassagem
(2)	(2)	Moderada inclinação, move os ombro até aproximadamente a linha média do corpo ou alguma instabilidade	(2)	(2)	Significativamente a mais ou a menos mas eventualmente realinha na vertical
(1)	(1)	Muito pouca inclinação, ou instabilidade significativa	(1)	(1)	Falha ao realinhar na vertical
(0)	(0)	Sem inclinação ou queda (exceder os limites)	(0)	(0)	Queda com olhos fechados

BEST 7 - Alcance funcional anterior

Instrução: Em pé, estenda os braços na altura dos ombros, com os dedos também estendidos. Alcance a frente sem elevar os calcanhares, ou encostar-se na parede. Retorne a posição inicial (realizar duas tentativas).

(3) Limite máximo: > 32cm

(2) Leve: 16.5 cm - 32 cm

(1) Pobre: < 16.5 cm

(0) Sem inclinação mensurável – ou deve ser segurado

BEST 8 - Alcance funcional lateral

Instrução: Em pé, pés alinhados aos ombros, estenda o braço e alcance lateral sem retirar todo o pé do chão. Retorne a posição inicial (realizar duas tentativas).

Esquerda Direita

(3) (3) Limite máximo: > 25.5 cm

(2) (2) Leve: 10-25.5 cm

(1) (1) Leve: < 10 cm

(0) (0) Sem inclinação mensurável – ou deve ser segurado

BEST 9 - Sentado para em pé

Instrução: Levante-se da cadeira com os braços cruzados no peito. Não utilize as mãos ou encoste as pernas na cadeira.

(3) Normal: Fica sem o uso das mãos e estabiliza-se independente

(2) Fica em pé na primeira tentativa com o uso das mãos

(1) Fica em pé após várias tentativas, ou requer mínima assistência para ficar em pé ou estabilizar-se ou requer apoio atrás da perna ou da cadeira

(0) Requer moderada ou máxima assistência para ficar em pé

BEST 10 - Ponta dos pés

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, mãos na cintura, fique nas pontas dos pés por 3 segundos.

(3) Normal: Estável por 3 segundos, com boa altura

(2) Calcanhares para cima, mas não na amplitude completa (menor do que quando segurando nas mãos sem evidência de desequilíbrio) -OU- ligeira instabilidade, porém mantém por 3 segundos

(1) Mantém por menos de 3 segundos

(0) Incapaz

BEST 11 - Apoio unipodal

Instrução: Em pé, mãos na cintura, coloque uma perna para trás de forma que ela não se encoste na outra perna. Mantenha por quanto tempo conseguir. Olhe sempre para frente.

Esquerda Direita

(3) (3) Normal: Estável por > 20 s

(2) (2) Com movimentação de tronco, OU 10-20 segundos

(1) (1) Mantém, 2-10 segundos

(0) (0) Incapaz

BEST 12 - Alternando os pés em um degrau

Instrução: Em pé, mãos na cintura. Toque com a planta do pé no degrau a frente por 8 vezes, o mais rápido possível.

(3) Normal: Permanece de forma independente e segura e completa 8 passos em <10 segundos

(2) Completa 8 passos (10-20 segundos) E/OU mostra instabilidade como a colocação inconsistente do pé, movimentos excessivos do tronco, hesitação ou sem ritmo

(1) Completa < 8 passos - sem assistência mínima (por exemplo, dispositivo de apoio) ou > 20 segundos para 8 passos

(0) Completa < 8 passos, inclusive com assistência

BEST 13 - Levantar o braço em pé

Instrução: Em pé, eleve o peso com os braços estendidos até a altura dos ombros. Mantenha por 3 segundos.

(3) Normal: mantém-se estável

(2) Visível oscilação

(1) Passos para recuperar o equilíbrio/incapaz de se mover rapidamente w/o de perder o equilíbrio

(0) Incapaz, ou precisa de auxílio para estabilizar-se

BEST 14 - Em resposta – à frente

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo. Não permita que eu te empurre para trás. Quando eu soltar, mantenha o equilíbrio sem dar o passo (empurrar o sujeito pelos ombros até observar contração de dorsiflexores e elevação de artelhos).

(3) Recupera a estabilidade com os tornozelos, sem adição dos braços ou o movimento dos quadris

(2) Recupera a estabilidade com o movimento do braço ou do quadril

(1) Necessita de um passo para recuperar a estabilidade

(0) Cairia se não fosse segurado ou necessita de apoio ou não tentará

BEST 15 - Em resposta – atrás

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo. Não permita que eu te empurre para frente. Quando eu soltar, mantenha o equilíbrio sem dar o passo (empurrar o sujeito pelos ombros até observar elevação de calcanhares).

(3) Recupera a estabilidade com os tornozelos, sem adição dos braços/movimento dos quadris

(2) Recupera a estabilidade com algum movimento do braço ou do quadril

(1) Necessita de um passo para recuperar a estabilidade

(0) Cairia se não fosse segurado ou necessita de apoio ou não tentará

BEST 16 - Correção compensatória – anterior

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo. Incline-se anteriormente contra minhas mãos, passando da linha dos pés. Quando eu soltar, faça o possível para manter o equilíbrio.

(3) Recupera independentemente com um passo grande e único (é permitido realinhamento em um segundo momento)

(2) Mais de um passo foi usado para recuperar o equilíbrio, mas recupera a estabilidade de forma independente ou o passo 1 com desequilíbrio

(1) Necessita de múltiplos passos para recuperar o equilíbrio, ou precisa de ajuda mínima para impedir uma queda

(0) Sem passo, OU cairia se não fosse segurado, OU cai espontaneamente

BEST 17 - Correção compensatória – posterior

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo. Incline-se posteriormente contra minhas mãos, passando da linha dos calcanhares. Quando eu soltar, faça o possível para manter o equilíbrio.

(3) Recupera independentemente com um passo grande e único

(2) Mais de um passo foi utilizado, mas é estável e recupera-se de forma independente, OU 1 passo com desequilíbrio

(1) Necessita de múltiplos passos para recuperar o equilíbrio, ou precisa de ajuda mínima

(0) Sem passo, OU cairia se não fosse segurado, OU cai espontaneamente

BEST 18 - Correção compensatória – lateral

Instrução: Em pé, pés separados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo. Incline-se lateralmente contra minhas mãos (em pelve), passando da linha dos pés. Quando eu soltar, faça o possível para manter o equilíbrio.

Esquerda Direita

(3) (3) Recupera independentemente com um passo normal comprimento/largura (cruzado ou lateral)

(2) (2) Vários passos utilizados, mas se recupera de forma independente

(1) (1) Dá passos, mas precisa de assistência para evitar quedas

(0) (0) Cai ou não dá passos

BEST 19 - Orientação sensorial para equilíbrio (Modificada CTSIB)

Instrução: Em pé, pés juntos até quase se tocarem, mãos no quadril, olhando para frente. Mantenha o equilíbrio em cada situação até meu comando.

A. Olhos abertos, superfície estável	B. Olhos fechados, superfície estável	C. Olhos abertos, superfície de espuma	D. Olhos fechados, superfície de espuma
Tentativa 1 s	Tentativa 1 s	Tentativa 1 s	Tentativa 1 s
Tentativa 2 s	Tentativa 2 s	Tentativa 2 s	Tentativa 2 s
(3) 30s estável	(3) 30s estável	(3) 30s estável	(3) 30s estável
(2) 30s instável	(2) 30s instável	(2) 30s instável	(2) 30s instável
(1) < 30s	(1) < 30s	(1) < 30s	(1) < 30s
(0) Incapaz	(0) Incapaz	(0) Incapaz	(0) Incapaz

BEST 20 - Inclinação – Olhos fechados

Instrução: Na rampa, com os artelhos no topo, pés separados na largura dos ombros, mãos nos quadris. Feche os olhos e mantenha o equilíbrio.

(3) Mantém independente, sem oscilação excessiva, por 30 seg, e alinha-se com gravidade

(2) Mantém independente 30seg com maior oscilação do que o item 19B – OU _ se alinha com a superfície

(1) Necessita de apoio – OU - fica sem assistência por 10-20 seg

(0) Instável por > 10s – OU – não manterá a postura de forma independente

BEST 21 - Marcha – Superfície estável

Instrução: Ande com velocidade normal, de uma marca para outra (6 metros).

(3) Normal: anda 6.1 mts, boa velocidade ($\leq 5,5$ seg), sem evidência de desequilíbrio

(2) Leve: 6.1 mts, velocidade mais lenta ($> 5,5$ seg), sem evidência de desequilíbrio

(1) Moderado: caminha 6.1 mts, evidência de desequilíbrio (base alargada, movimento lateral de tronco, padrão inconsistente de passos) - em qualquer velocidade preferida

(0) Grave: não consegue andar 6.1 mts sem auxílio, ou graves desvios da marcha OU grave desequilíbrio

BEST 22 - Alteração de velocidade na marcha

Instrução: Comece a andar com velocidade normal. Quando eu falar “rápido” vá o mais rápido que puder. Quando eu falar “devagar” vá o mais devagar que puder.

(3) Normal: altera significativamente a velocidade na marcha sem desequilíbrio

(2) Leve: Incapaz de alterar a velocidade da marcha sem desequilíbrio

(1) Moderado: Alterações velocidade na marcha, mas com sinais de desequilíbrio

(0) Grave: Incapaz de alcançar uma mudança significativa na velocidade E sinais de desequilíbrio

BEST 23 - Marcha com rotação da cabeça – horizontal

Instrução: Ande em velocidade normal. Quando eu disser “direita” vire a cabeça para direita. Quando eu disser “esquerda” vire a cabeça para esquerda. Tente andar em linha reta.

(3) Normal: Executa rotação da cabeça sem alteração na velocidade da marcha e bom equilíbrio

(2) Mínimo: Executa facilmente rotações da cabeça, com redução da velocidade de marcha

(1) Moderado: Executa rotação da cabeça com o desequilíbrio

(0) Grave: Realiza a rotação de cabeça com velocidade reduzida E desequilíbrio E /OU não se moverá a cabeça dentro dos limites disponíveis durante a caminhada.

BEST 24 - Andar com pivô

Instrução: Ande normalmente. Quando eu disser “vire e pare”, vire o mais rápido possível para o sentido oposto e pare com os pés juntos.

- (3) Normal: Realiza volta com os pés juntos, RÁPIDO (≤ 3 passos), com bom equilíbrio
- (2) Leve: Realiza volta com os pés juntos DEVAGAR (≥ 4 etapas), com bom equilíbrio
- (1) Moderado: Realiza volta com os pés juntos em qualquer velocidade, com leves sinais de desequilíbrio
- (0) Grave: não é possível realizar a volta com os pés juntos em qualquer velocidade e desequilíbrio significativo

BEST 25 - Passos com obstáculos

Instrução: Ande normalmente, transpondo as caixas de sapato (empilhadas, aos 3 metros). Marcar o tempo todo pelos 6 metros.

- (3) Normal: Capaz de passar de 2 caixas de sapato empilhadas sem mudar a velocidade e com bom equilíbrio
- (2) Leve: Capaz de passar de 2 caixas de sapato empilhadas mas fica mais lento, com bom equilíbrio
- (1) Moderado: Capaz de passar a caixa de sapato empilhada com desequilíbrio ou toca as caixas
- (0) Grave: Não pode passar por cima de caixas de sapatos E diminui velocidade com o desequilíbrio ou não pode realizar

BEST 26 - Cronometrado “Levante e vá”

Instrução: Quando eu disser vá, levante-se da cadeira, ande até a marca do chão, vire-se, retorne e sente-se na cadeira novamente.

- (3) Normal: Rápido (< 11 seg), com bom equilíbrio
- (2) Leve: lenta (> 11 segundos com um bom equilíbrio)
- (1) Moderado: Rápido (< 11 seg) com desequilíbrio
- (0) Grave: lenta (> 11 seg) E desequilíbrio

BEST 27 - Cronometrado “Levante e vá” em dupla tarefa

Instrução: Quando eu disser vá, levante-se da cadeira, ande até a marca do chão, vire-se, retorne e sente-se na cadeira novamente. Realiza a tarefa contando de trás para frente.

- (3) Normal: Sem alteração perceptível entre sentado e em pé, na taxa de precisão ou de contagem decrescente e nenhuma mudança na velocidade da marcha.
- (2) Leve: diminuição perceptível, hesitações ou erros na contagem decrescente OU marcha lenta (10%) em dupla tarefa
- (1) Moderado: Afeta em AMBAS, tarefa cognitiva E marcha lenta ($> 10\%$) em dupla tarefa.
- (0) Grave: não é possível contagem decrescente enquanto anda ou para de andar enquanto fala

ANEXO 8 - Escala de Qualidade de Vida específica para AVE (EQVE-AVE)

OPÇÕES DE RESPOSTA – PONTUAÇÃO

1	2	3
Concordo inteiramente - 1 Concordo mais ou menos - 2 Nem concordo nem discordo - 3 Discordo mais ou menos - 4 Discordo inteiramente - 5	Não pude fazer de modo algum - 1 Muita dificuldade - 2 Alguma dificuldade - 3 Um pouco de dificuldade - 4 Nenhuma dificuldade mesmo - 5	Ajuda Total - 1 Muita ajuda - 2 Alguma ajuda - 3 Um pouco de ajuda - 4 Nenhuma ajuda necessária - 5

DOMÍNIO	OPÇÃO	PONTUAÇÃO
Energia 1. Eu me senti cansado a maior parte do tempo. 2. Eu tive que parar e descansar durante o dia. 3. Eu estava cansado demais para fazer o que eu queria.	1	
Papéis Familiares 1. Eu não participei em atividades apenas por lazer/diversão com minha família. 2. Eu senti que era um fardo/peso para minha família. 3. Minha condição física interferiu com minha vida pessoal.	1	
Linguagem 1. Você teve dificuldade para falar? Por exemplo, não achar a palavra certa, gaguejar, não conseguir se expressar, ou embolar as palavras? 2. Você teve dificuldade para falar com clareza suficiente para usar o telefone? 3. Outras pessoas tiveram dificuldade de entender o que você disse? 4. Você teve dificuldade em encontrar a palavra que queria dizer? 5. Você teve que se repetir para que os outros pudessem entendê-lo?	2	
Mobilidade 1. Você teve dificuldade para andar? (Se o paciente não pode andar, vá para questão 4 e pontue as questões 2 e 3 com 1 ponto.) 2. Você perdeu o equilíbrio quando se abaixou ou tentou alcançar algo? 3. Você teve dificuldade para subir escadas? 4. Ao andar ou usar a cadeira de rodas você teve que parar e descansar mais do que gostaria? 5. Você teve dificuldade para permanecer de pé? 6. Você teve dificuldade para se levantar de uma cadeira?	2	
Humor 1. Eu estava desanimado sobre meu futuro. 2. Eu não estava interessado em outras pessoas ou em outras atividades. 3. Eu me senti afastado/isolado das outras pessoas. 4. Eu tive pouca confiança em mim mesmo. 5. Eu não estava interessado em comida.	1	
Personalidade 1. Eu estava irritável. (“Com os nervos à flor da pele”) 2. Eu estava impaciente com os outros. 3. Minha personalidade mudou.	1	
Auto-cuidado 1. Você precisou de ajuda para preparar comida? 2. Você precisou de ajuda para comer? Por exemplo, para cortar ou preparar a comida? 3. Você precisou de ajuda para se vestir? Por exemplo, para calçar meias ou sapatos, abotoar roupas ou usar um zíper? 4. Você precisou de ajuda para tomar banho de banheira ou chuveiro? 5. Você precisou de ajuda para usar o vaso sanitário?	3	
Papéis Sociais 1. Eu não saí com a frequência que eu gostaria. 2. Eu dediquei menos tempo aos meus hobbies e lazer do que eu gostaria. 3. Eu não encontrei tantos amigos meus quanto eu gostaria. 4. Eu tive relações sexuais com menos frequência do que gostaria. 5. Minha condição física interferiu com minha vida social.	1	
Memória / Concentração 1. Foi difícil para eu me concentrar. 2. Eu tive dificuldade para lembrar das coisas. 3. Eu tive que anotar as coisas para me lembrar delas.	2	
Função da Extremidade Superior 1. Você teve dificuldade para escrever ou digitar?	2	

2. Você teve dificuldade para colocar meias?		
3. Você teve dificuldade para abotoar a roupa?		
4. Você teve dificuldade para usar o zíper?		
5. Você teve dificuldade para abrir uma jarra?		
Visão 1. Você teve dificuldade em enxergar a televisão o suficiente para apreciar um programa? 2. Você teve dificuldade para alcançar as coisas devido à visão fraca? 3. Você teve dificuldade em ver coisas nas suas laterais/de lado?	2	
Trabalho / Produtividade 1. Você teve dificuldade para fazer o trabalho caseiro diário? 2. Você teve dificuldade para terminar trabalhos ou tarefas que havia começado? 3. Você teve dificuldade para fazer o trabalho que costumava fazer?	2	
PONTUAÇÃO TOTAL		