

# Equilíbrio e ajuste postural antecipatório em idosos caidores: efeitos da reabilitação virtual e cinesioterapia

## *Balance and anticipatory postural adjustments in elderly fallers: effects of kinesiotherapy and virtual rehabilitation*

Patrícia Martins Franciulli<sup>1</sup>, Gislene Gomes da Silva<sup>2</sup>, Aline Bigongiari<sup>1</sup>, Márcia Barbanera<sup>1</sup>, Semaan El Razi Neto<sup>1</sup>, Luis Mochizuki<sup>3</sup>

### RESUMO

O envelhecimento provoca uma série de alterações no controle motor do indivíduo e consequentemente nos ajustes posturais. **Objetivo:** Comparar o efeito da reabilitação virtual e cinesioterapia em idosos caidores no equilíbrio e no ajuste postural antecipatório dos músculos agonistas e antagonistas da articulação do tornozelo. **Métodos:** Participaram 24 idosos que foram alocados em dois grupos: 12 participantes no grupo reabilitação virtual e 12 participantes no grupo cinesioterapia. O protocolo foi realizado durante seis semanas, sendo duas sessões por semana. No grupo reabilitação virtual foi utilizado o console Xbox 360 com kinect e o jogo Your Shape Fitness Evolved. No grupo cinesioterapia foram realizados exercícios de equilíbrio e propriocepção. **Resultados:** Ambos os grupos apresentaram maior pontuação na escala de equilíbrio de Berg após a intervenção. Houve diminuição da ativação do músculo tibial anterior direito no alcance funcional após a intervenção realizada, e aumento da ativação músculo gastrocnêmio lateral direito na flexão de tronco após o treinamento. Não encontrou-se diferenças na ativação muscular entre os dois tipos de intervenção. **Conclusão:** Os protocolos cinesioterapia e reabilitação virtual foram eficazes na melhora do equilíbrio e na capacidade funcional de idosos caidores, não havendo diferenças entre os dois tipos de intervenção.

**Palavras-chave:** Idoso, Equilíbrio Postural, Modalidades de Fisioterapia, Terapia de Exposição à Realidade Virtual

### ABSTRACT

Aging causes a number of changes in motor control of the individual and consequently in postural adjustments. **Objective:** To evaluate the balance and anticipatory postural adjustments of the agonist muscles and the ankle joint antagonists and compare the effect of rehabilitation virtual and kinesiotherapy in the elderly. **Methods:** Twenty four elderly participated of this study divided into two groups. 12 participants and the kinesiotherapy group by 12 participants composed the virtual rehabilitation group, equally. The treatment protocol was conducted for six weeks. Virtual rehabilitation group used Xbox 360 with kinect and Your Shape Fitness Evolved game. In the kinesiotherapy group the same protocol exercises were performed. **Results:** The results indicated a statistically significant difference between pre and post intervention phases in Berg Balance Scale in both groups. There was decreased activation of tibialis anterior muscle in the right functional range of task after interventions, and increased lateral gastrocnemius muscle activation rights in the trunk flexion after training. No differences were observed in muscle activation between the two types of intervention. **Conclusion:** Protocols with therapeutic exercise and virtual rehabilitation were effective in improving balance and functional capacity of fallers, with no differences between the two types of intervention.

**Keywords:** Aged, Postural Balance, Physical Therapy Modalities, Virtual Reality Exposure Therapy

<sup>1</sup> Docente, Universidade São Judas Tadeu.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Pós-graduanda, Faculdade de Medicina da Santa Casa de São Paulo.

<sup>3</sup> Livre-docente, Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência:  
Universidade São Judas Tadeu, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde  
Patrícia Martins Franciulli  
Rua Taquari, 546  
São Paulo - SP  
CEP 03166-000  
E-mail: franciulli@usp.br

Recebido em 17 de Agosto de 2016.

Aceito em 13 Dezembro de 2016.

DOI: 10.5935/0104-7795.20160036

## INTRODUÇÃO

As respostas motoras promovidas por perturbações na postura são conhecidas como ajustes posturais. Estes ajustes são comandados pelo sistema nervoso central (SNC) e dependem das informações a respeito da tarefa realizada e do ambiente. Podem ocorrer em dois momentos: previamente à perturbação, ajuste postural antecipatório (APA), que é a ação muscular que prevê o desequilíbrio postural de um movimento conhecido e se contrapõe antes que este ocorra, entre 0,2s antes do início do movimento até 0,05s após o início do movimento, e depois da perturbação, ajuste postural compensatório (APC), considerada como a fase de correção após o fim do movimento com duração de 250 ms, na qual os músculos posturais buscam compensar a ação dos músculos focais para a estabilização do corpo.<sup>1-4</sup>

Há alguns anos foi introduzido o uso da realidade virtual como uma nova abordagem terapêutica em vários setores da reabilitação. Isto ocorre em virtude da semelhança dos movimentos realizados nesse tipo de atividade (*exergames*) com os utilizados pelos fisioterapeutas nos programas de cinesioterapia.

A realidade virtual consiste de uma interação de imagens gráficas, na qual há uma relação entre os componentes computacionais com os canais sensoriais motores, fazendo com que haja uma simulação de um ambiente real.<sup>5</sup> Destacam-se como benefícios da reabilitação virtual a experimentação multissensorial através de estímulos visuais e sonoros aumentando a atenção, coordenação motora, equilíbrio, força e também despertando o interesse em realizar tarefas com número maior de repetições em função da ludicidade, além da restauração do bem-estar físico e mental.<sup>6</sup>

Com o envelhecimento ocorre diminuição no desempenho do controle postural, e consequentemente, déficits na capacidade de gerar respostas antecipatórias aos movimentos voluntários, tornando o idoso mais vulnerável às quedas. Dessa forma, dentre os protocolos de reabilitação utilizando a realidade virtual, alguns deles visam o treino de equilíbrio e coordenação motora para idosos com objetivo de reduzir o risco de quedas.<sup>5,6</sup> Entretanto, ainda existem poucos estudos comparando o efeito desse tipo de recurso com os protocolos utilizados tradicionalmente na reabilitação desses pacientes como, por exemplo, os de cinesioterapia e seus efeitos no controle postural.

## OBJETIVO

Comparar o efeito da reabilitação por meio da realidade virtual e da cinesioterapia no controle postural de idosos caídores, especificamente no equilíbrio e no ajuste postural antecipatório dos músculos agonistas e antagonistas da articulação do tornozelo.

## METODO

Foi realizado um estudo quase-experimental sem grupo controle. O estudo teve uma amostra não probabilística de 24 indivíduos acima de 60 anos de ambos os sexos (19 mulheres e 5 homens), recrutados por conveniência da lista de espera da Clínica de Fisioterapia da Universidade São Judas Tadeu.

Os indivíduos foram alocados de forma secreta em dois grupos por meio de sorteio (com envelopes selados e números aleatórios), sendo um grupo tratado com reabilitação virtual, com 12 indivíduos (69,2 ± 3,2 anos, 151 ± 6 cm, 68,1 ± 10,2 kg); e o grupo cinesioterapia com 12 indivíduos (67,6 ± 3,5 anos, 153 ± 3 cm, 68,7 ± 11,7 kg).

Os critérios de inclusão foram: indivíduos acima de 60 anos de idade com histórico de pelo menos uma queda nos últimos 12 meses, sem alterações esfinterianas do tipo urinária e fecal; insuficiência renal; doenças neurológicas; sondas; trombos vasculares; insuficiência cardíaca; pressão arterial não controlada e contra-indicação médica ao exercício. Os critérios de exclusão foram: dispnéia ao exercício; menos de 80% de frequência nas sessões; participação de outro programa de atividade física.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu, com número de protocolo 7289. Todos os participantes assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a resolução 466/12 do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa.

Para avaliação do equilíbrio, foi utilizada a escala de equilíbrio de Berg e para a avaliação do controle postural foi utilizada a eletromiografia (EMG) de superfície dos músculos: tibial anterior direito e esquerdo (TA), gastrocnêmio lateral direito e esquerdo (GL).

Para a avaliação do controle postural, foi utilizado o protocolo de avaliação de Bigongiari,<sup>7</sup> onde duas tarefas motoras previamente treinadas (Figura 1) são analisadas, sendo elas: flexão de 90° do ombro (FLX) do membro

dominante com uma carga adicional de 2kg e alcance funcional (ALC) onde a pessoa faz flexão de 45° do tronco e flexão do ombro do membro dominante para tocar a mesa a sua frente.

Para determinar o início do movimento do membro superior, foi utilizado um acelerômetro e, para indicar o momento exato em que a mão tocou a mesa, durante a tarefa de alcance funcional anterior, foi utilizado um *footswitch*.

Os três instrumentos descritos foram sincronizados por um mesmo condicionador de sinais que envia os sinais digitalizados para um computador, controlado pelo *software* EMG lab V 1.1 EMG System do Brasil, que gerencia a aquisição e armazenamento de dados.

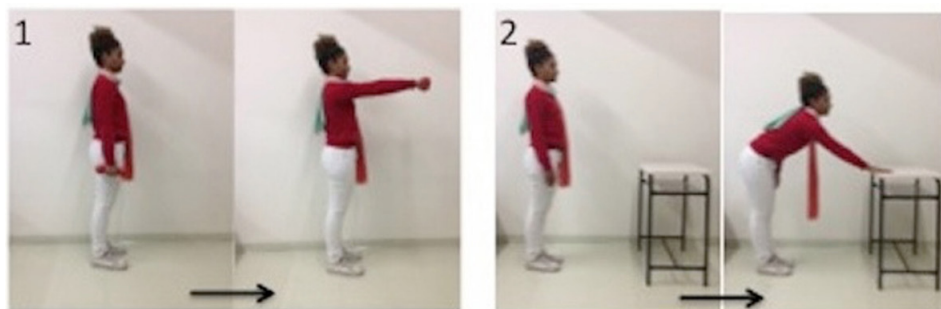
Os movimentos foram auto-iniciados após emissão de um sinal sonoro e realizados na máxima velocidade possível para cada pessoa. O acelerômetro foi colocado na parte dorsal da articulação radio-ulnar distal (punho) durante a execução das duas tarefas. As tarefas de FLX e ALC foram repetidas 10 vezes, num total de 20 movimentos realizados, com intervalo de 30 segundos entre cada um.

As variáveis analisadas foram as séries temporais da atividade EMG dos músculos selecionados. Na tarefa FLX, os tempos de início  $t_{inicial}$  e final  $t_{final}$  do movimento do ombro foram indicados pela aceleração linear do ombro, obtida pelo acelerômetro. Durante a tarefa ALC o  $t_{inicial}$  foi o momento em que o participante tocou o *footswitch* sobre a mesa. A partir da EMG de cada músculo foi calculado o valor *Root Mean Square* (RMS) como parâmetro de amplitude do sinal na janela do APA [ $t_{inicial} - 200, t_{inicial} + 50$ ] ms.

Os sinais EMG brutos tiveram a média removida, retificados e filtrados com o filtro passa-baixa *Butterworth* de 4ª ordem de 200 Hz. Os sinais da aceleração e do *footswitch* foram filtrados com filtro passa-baixa *Butterworth* de 4ª ordem de 20 Hz. Assim, os sinais EMG, acelerômetro e *footswitch* ficaram prontos para a determinação dos parâmetros e índices no APA.

## Intervenção

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de cinesioterapia da clínica de fisioterapia da universidade. Os pacientes realizaram duas sessões de fisioterapia por semana durante seis semanas, totalizando então 12 atendimentos com duração de 50 minutos. Esse período foi utilizado para as duas intervenções reabilitação virtual e cinesioterapia.



1- flexão de 90° do ombro do membro dominante com uma carga adicional de 2kg  
2- alcance funcional com flexão de 45° do tronco e flexão do ombro do membro dominante

**Figura 1.** Representação da condição experimental das tarefas motoras

Para a intervenção foram utilizados os seguintes materiais: televisores 42" conectados aos consoles - Xbox 360 com kinect e o jogo *Your Shape Fitness Evolved*.

### Protocolo reabilitação virtual

O pesquisador aplicou o protocolo para dois participantes simultaneamente de modo intercalado, sendo que, enquanto um realizava seu exercício o outro descansava e assim sucessivamente até o final do protocolo. Foram utilizadas duas modalidades de jogos. Na primeira o participante tinha por objetivo o alcance de alvos específicos. Estes exercícios foram realizados em três séries de 1 minuto com um intervalo entre cada série de 1 minuto para descanso, totalizando 3 minutos de jogo e 3 minutos de descanso para cada exercício. No final cada participante realizou 9 minutos de jogo e 9 minutos de descanso. Na segunda modalidade de jogo o participante tinha que realizar a atividade de acordo com o exercício proposto por um *personal training* virtual que oferece um *feedback* sobre como executar corretamente os movimentos para alcançar os resultados ideais de cada exercício.

Um ciclo completo do jogo é composto por duas séries de três exercícios (*Leg Curl*, *Step e Dodge*) e tem um tempo médio de realização de 5 minutos. Foram realizados três ciclos, totalizando 15 minutos de jogo e 15 minutos de descanso para cada participante.

Ao final do atendimento, cada participante realizou 24 minutos de exercício com tempo igual de descanso. Foram aplicados os seguintes exercícios:

1. Virtual Smash: Destruir blocos flutuantes o mais rápida possível acertando o centro dos blocos. Movimentos realizados: Membro superiores (MMSS): ombro em adução com flexão e rotação interna. Cotovelo em

flexão e extensão. Antebraço prona. Punho neutro. Rotação de tronco. Membro inferiores (MMII): tornozelo neutro, abdução de quadril e semi-flexão de quadril e joelho. Exercício de cadeia cinética fechada com descarga de peso unipodal.

2. Ligth Race: Pisar o mais rápido possível nas luzes que se acendem no chão acompanhando o ritmo proposto pelo jogo. Movimentos realizados: MMII: Movimentos alternados de adução e abdução, flexão e extensão de quadril, flexão e extensão de joelho, dorsiflexão e flexão plantar.
3. Loop - a - Hoop: Realizar movimentos circulares com o quadril o mais rápido possível até conseguir que todos as bolas estejam flutuando sem deixar o bambolê cair. Movimentos realizados: movimentos circulares do quadril com MMSS abduzidos. Exercícios de cadeia cinética fechada.
4. Leg Curl - Posição inicial: MMII - semi-flexão de quadril e joelho, leve dorsiflexão de tornozelo. MMSS - mãos repousam nas cristas ilíacas. Durante o movimento: Ida - exercício de cadeia cinética aberta com descarga de peso unipodal, flexão de joelho e extensão de quadril com flexão plantar. Volta - retorna à posição inicial.
5. Step - Posição inicial: MMII - abdução e adução, flexão e extensão de joelho e quadril com uma leve dorsiflexão. MMSS - flexão e extensão de ombro com extensão de cotovelo, punho neutro, dedos em extensão. Durante o movimento: movimento combinado de MMSS e MMII em cadeia cinética aberta.

6. Dodge - Posição inicial: MMSS - braços ao longo do corpo com flexão de cotovelo, punho neutro e flexão de dedos. MMII - tornozelo neutro, abdução de quadril e semi-flexão de quadril e joelho. Exercício de cadeia cinética fechada com descarga de peso unipodal. Durante o movimento: ida - Flexão plantar, extensão de joelho, quadril e rotação interna de quadril. Volta - Dorsiflexão, rotação externa e flexão de joelho e quadril.

### Protocolo de cinesioterapia

Nesse protocolo foram realizados os mesmos exercícios do protocolo de reabilitação virtual, respeitando o mesmo tempo de atividade e de descanso para cada exercício.

Um pesquisador dava os comandos verbais para a realização e correção de cada exercício, para substituir o *videogame*. O grupo foi treinado simultaneamente, sendo que enquanto metade do grupo realizava o exercício, a outra metade estava em descanso.

Ao final do atendimento, cada participante realizou 24 minutos de exercício com um tempo igual de descanso. Foram aplicados os seguintes exercícios:

1. Simulação de socos, sempre com movimentos cruzados. Movimentos realizados: MMSS: ombro em adução com flexão e rotação interna. Cotovelo em flexão e extensão. Antebraço prona. Punho neutro. Rotação de tronco. MMII: tornozelo neutro, abdução de quadril e semi-flexão de quadril e joelho. Exercício de cadeia cinética fechada com descarga de peso unipodal.
2. Pisar nas fitas coloridas que estarão coladas no chão em semicírculo, acompanhando a ordem de cores proposta pelo terapeuta. Movimentos realizados: MMII: Movimentos alternados de adução e abdução, flexão e extensão de quadril, flexão e extensão de joelho, dorsiflexão e flexão plantar.
3. Realizar movimentos circulares com o quadril. Movimentos realizados: movimentos circulares do quadril com MMSS abduzidos. Exercícios de cadeia cinética fechada.
4. Posição inicial: MMII - semi-flexão de quadril e joelho, leve dorsiflexão de tornozelo. MMSS - mãos repousam nas cristas ilíacas. Durante o movimento: Ida - exercício de cadeia cinética aberta com descarga de peso

- unipodal, flexão de joelho e extensão de quadril com flexão plantar. Volta - retorna à posição inicial.
- Posição inicial: MMII - abdução e adução, flexão e extensão de joelho e quadril com uma leve dorsiflexão. MMSS - flexão e extensão de ombro com extensão de cotovelo, punho neutro, dedos em extensão. Durante o movimento: movimento combinado de MMSS e MMII em cadeia cinética aberta.
  - Posição inicial: MMSS - braços ao longo do corpo com flexão de cotovelo, punho neutro e flexão de dedos. MMII - tornozelo neutro, abdução de quadril e semi-flexão de quadril e joelho. Exercício de cadeia cinética fechada com descarga de peso unipodal. Durante o movimento: ida - Flexão plantar, extensão de joelho, quadril e rotação interna de quadril. Volta - Dorsiflexão, rotação externa e flexão de joelho e quadril.

### Análise Estatística

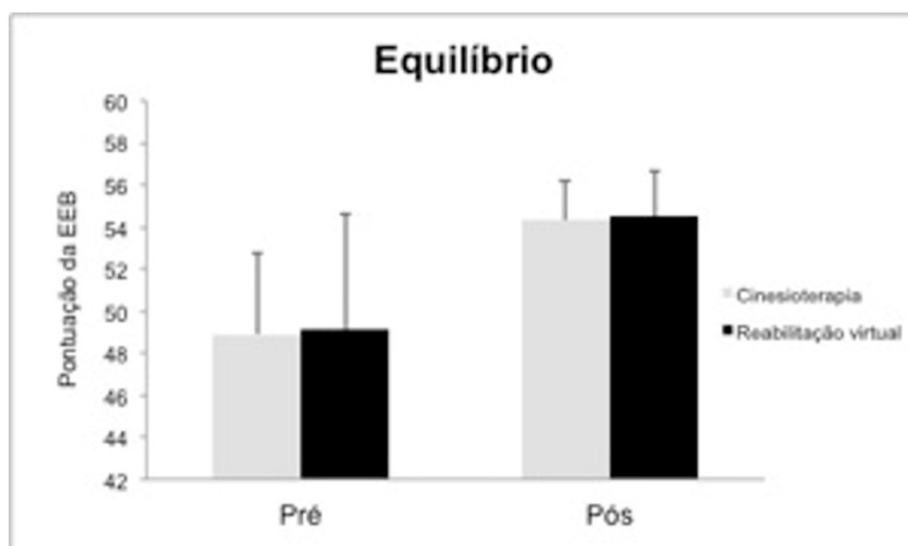
Os dados foram expressos em média e desvio padrão da média. Para análise da Escala de Equilíbrio de Berg foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de dois fatores (grupos x fases). Para análise da atividade eletromiográfica foi utilizada a ANOVA de três fatores (tarefa x grupo x fase). Foi utilizado o teste *post hoc* Tukey para análise das diferenças. As análises estatísticas foram realizadas com o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 17 para Windows. O nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

A Figura 2 mostra os valores de média e desvio padrão da escala de equilíbrio de Berg no grupo cinesioterapia nas fases pré 48.9 ± 3.9 e pós 54.3 ± 1.9 e, também, no grupo reabilitação virtual nas fases pré 49.1 ± 5.5 e pós 54.5 ± 2.2. Houve diferença significativa entre as fases pré e pós em ambos os grupos. A fase pós-intervenção apresentou melhor resultado quando comparada com a fase pré-intervenção para ambos os grupos. Não houve diferença significativa entre os grupos.

### Eletromiografia

Os efeitos da tarefa, fase e grupo no valor RMS (*Root Mean Square*) da ativação dos músculos tibial anterior (direito e esquerdo) e gastrocnêmio lateral (direito e esquerdo)



\* $p < 0,05$

**Figura 2.** Média e desvio padrão da pontuação da escala de equilíbrio de Berg para os grupos cinesioterapia e reabilitação virtual nas fases pré e pós intervenção

foram avaliados por meio da ANOVA de três fatores. A tarefa afetou o valor RMS do músculo tibial anterior direito ( $F_{1,23}=6,7$   $p=0,02$ ). A interação entre tarefa e fase afetou o valor RMS do músculo tibial anterior direito ( $F_{1,23}=4,7$   $p=0,04$ ). A tarefa de alcance mostrou maior ativação ( $p < 0,05$ ). Na tarefa de alcance, o valor RMS diminuiu após o treinamento ( $p < 0,05$ ). Os dados apresentados na tabela 1 demonstram que os três fatores não afetaram o valor RMS dos músculos tibial anterior esquerdo e gastrocnêmio lateral esquerdo.

A tarefa ( $F_{1,23}=4,6$   $p=0,02$ ) e a fase ( $F_{1,23}=6,1$   $p=0,02$ ) afetaram o valor RMS do músculo gastrocnêmio lateral direito. O maior valor RMS do músculo gastrocnêmio lateral direito ocorreu na tarefa de flexão do ombro ( $p < 0,05$ ) e após o treinamento ( $p < 0,05$ ).

Portanto observou-se que houve diminuição da ativação do músculo tibial anterior direito na tarefa ALC após a intervenção realizada, e aumento da ativação músculo gastrocnêmio lateral direito na tarefa FLX após o treinamento. Não encontrou-se diferenças na ativação muscular entre os dois tipos de intervenção (cinesioterapia e reabilitação virtual).

## DISCUSSÃO

Este estudo teve o objetivo de comparar o efeito da reabilitação por meio da realidade

virtual e da cinesioterapia no equilíbrio e no controle postural em idosos caídores. Os resultados obtidos sugerem que tanto a intervenção através da realidade virtual como da cinesioterapia foram eficazes na melhora do equilíbrio dos idosos participantes. Entretanto, quando comparado o grau de melhora obtido entre os dois tipos de intervenção, não houve diferença entre os grupos, indicando que a reabilitação pela realidade virtual pode ser tão eficaz quanto a cinesioterapia na melhora do equilíbrio e desempenho motor dos idosos. Também, do ponto de vista da saúde pública, esses resultados demonstram a importância da atividade física para potencializar a função muscular e a melhora do equilíbrio.

Para avaliação do equilíbrio, foi utilizada a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) que fornece uma avaliação quantitativa do equilíbrio funcional, determina os fatores de risco para perda de independência e para quedas em idosos, além da avaliação da efetividade das intervenções na prática clínica e em pesquisas.<sup>8</sup> Após a intervenção, observou-se uma melhora significativa no equilíbrio dos pacientes nos dois grupos, cinesioterapia e realidade virtual. Achados semelhantes<sup>9</sup> observaram uma melhora do equilíbrio através da EEB em idosos caídores após aplicação de um protocolo de treinamento de 12 semanas através da realidade virtual.

Por se tratar de uma escala que reproduz movimentos funcionais, a melhora da pontuação da EEB após as intervenções sugere uma

**Tabela 1.** Valores médios e desvio padrão do valor RMS dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio lateral (direito e esquerdo) nas tarefas de alcance funcional e flexão do ombro nas fases pré e pós-intervenção dos grupos Cinesioterapia e Reabilitação Virtual durante o ajuste postural antecipatório (APA)

Tarefa	Fase	Grupo	Tibial anterior direito	Tibial anterior esquerdo	Gastrocnêmio lateral direito	Gastrocnêmio lateral esquerdo
Alcance funcional	Pré	Cinesioterapia	0.60±0.09	0.49±0.11	0.28±0.05	0.33±0.07
		Rv	0.49±0.09	0.56±0.11	0.46±0.05	0.47±0.07
	Pós	Cinesioterapia	0.68±0.19	0.24±0.21	0.47±0.10	0.51±0.13
		Rv	0.56±0.11	0.48±0.12	0.44±0.05	0.35±0.08
Flexão do ombro	Pré	Cinesioterapia	0.44±0.09	0.47±0.11	0.39±0.05	0.47±0.07
		Rv	0.56±0.09	0.53±0.11	0.49±0.05	0.53±0.07
	Pós	Cinesioterapia	0.12±0.19	0.61±0.21	0.61±0.10	0.57±0.13
		Rv	0.27±0.11	0.42±0.12	0.55±0.05	0.58±0.08

melhora na realização de atividades do cotidiano, o que pode possibilitar maior independência e afetar tomadas de decisões por parte dos participantes, uma vez que o medo de quedas recorrentes interfere na socialização.<sup>10</sup>

Uma das principais estratégias utilizadas por pessoas idosas para manter a estabilidade em situações de desequilíbrio é a coativação de músculos agonistas e antagonistas, principalmente na articulação do tornozelo.<sup>11</sup> Em função disso, a EMG foi realizada com o objetivo de avaliar o tipo de estratégia de recrutamento muscular utilizada pelos idosos para manter a estabilidade e o equilíbrio durante duas tarefas motoras que tendem a causar desequilíbrios posturais: alcance funcional e flexão do ombro.

Na avaliação eletromiográfica, o RMS serviu como um indicador para grau de atividade muscular. Observou-se que não houve diferença na ativação muscular durante o APA entre os tipos de intervenção aplicados, cinesioterapia e reabilitação virtual. Os músculos tibial anterior direito e gastrocnêmio lateral direito mostraram ativação diferente em relação às duas tarefas realizadas, alcance funcional e flexão do ombro. O músculo tibial anterior direito mostrou maior APA na tarefa de alcance funcional e o músculo gastrocnêmio lateral direito mostrou maior APA na tarefa de flexão do ombro. Os outros músculos não tiveram APA diferente entre as tarefas. O músculo gastrocnêmio lateral direito aumentou o APA após as intervenções, para os dois tipos de tarefa e intervenções. O músculo tibial anterior direito diminui o APA na fase após a intervenção na tarefa de alcance funcional tanto no grupo cinesioterapia quanto na reabilitação virtual.

Esses dados demonstram que nos dois grupos, cinesioterapia e reabilitação virtual, após a intervenção, houve uma redução do

recrutamento do músculo tibial anterior e um aumento do recrutamento do músculo gastrocnêmio lateral, ambos do lado dominante. Isso indica uma diminuição da co-ativação dos músculos agonistas e antagonistas da articulação do tornozelo. A modificação do padrão de ativação muscular do lado direito do corpo mostra que a dominância exerce um papel fundamental no controle postural, assim como em outras habilidades motoras. Tarefas de controle postural com apoio manual mostraram que quando o apoio foi feito com a mão dominante obteve maior sucesso em relação a mão contralateral.<sup>12</sup>

Indivíduos idosos apresentam maior co-ativação que os jovens na manutenção da postura ereta estática e alcance funcional.<sup>13</sup> Esse aumento da co-ativação muscular apresenta efeitos negativos sobre o controle postural e o movimento, pois reduz o grau de liberdade disponível para o sistema nervoso executar os ajustes posturais antecipatórios e compensatórios.

O excesso de co-ativação pode ser explicado pela falta de modulação de centros supraespinais nos neurônios motores alfa e gama modificando a curva tensão-comprimento do músculo e prejudicando o controle das características da ativação muscular. Lesões no SNC como nas crianças com paralisia cerebral levam ao aumento do tônus, diminuição do limiar do reflexo de estiramento, fraqueza muscular e por consequência déficits no controle do movimento e da postura. Além disso, a co-ativação é observada em crianças saudáveis com menos de quatro anos, sugerindo a imaturidade do SNC.<sup>13</sup> Sujeitos com síndrome de Down utilizavam mais a co-ativação em comparação a inibição recíproca.<sup>14</sup> Logo, sugere-se que o SNC dos sujeitos deste estudo, optou por utilizar uma estratégia mais conservadora, antes da intervenção, com a diminuição da flexibilidade articular e conse-

quentemente dos movimentos. Dessa forma, tanto o protocolo de cinesioterapia como de realidade virtual reduziram a co-ativação dos músculos da articulação do tornozelo, isso sugere uma melhora no controle postural por parte dos idosos.

O fato da intervenção através da realidade virtual ter gerado melhora no equilíbrio dos idosos em um grau semelhante ao observado com o protocolo de cinesioterapia permite a utilização desse tipo de recurso no treinamento de idosos tanto em clínicas de fisioterapia, como em instituições de longa permanência para idosos (ILPI) ou mesmo na residência do idoso. Isso é de grande importância principalmente para aqueles que não têm acesso a um centro de reabilitação. Além disso, o treinamento por meio da realidade virtual também apresenta um caráter lúdico, que pode incentivar o idoso a continuar o treinamento.

## CONCLUSÃO

Demonstrou-se, através dos resultados desse estudo que, os treinamentos com os protocolos cinesioterapia e reabilitação virtual foram eficazes na melhora do equilíbrio de idosos caídores, não havendo diferenças entre os dois tipos de intervenção. Através dos resultados apontados, é possível afirmar que o fisioterapeuta tem mais um recurso disponível para proporcionar uma terapia inovadora aos pacientes, sem perder os objetivos iniciais do tratamento de idosos caídores. A realidade virtual, como ferramenta terapêutica, agrega pontos positivos à aceitação da terapia, por conta da ludicidade e diversas possibilidades de tarefas a serem realizadas através dos jogos propostos.

A eficácia da cinesioterapia nesse estudo reforça a importância do entendimento biomecânico e funcional para melhora do equilíbrio e ajustes posturais de idosos caídores. E, comprova que tais objetivos podem ser alcançados sem recursos onerosos, o que pode proporcionar o alcance dos objetivos a uma demanda imensamente maior, independente da classe social e ambiente.

Sugerimos que mais estudos com essa população e proposição sejam realizados objetivando análises de outras variáveis.

## REFERÊNCIAS

- Bigongiari A, Andrade e Souza F, Franciulli PM, Neto Sel R, Araujo RC, Mochizuki L. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci.* 2011;30(3):648-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.11.006>

2. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22(4):465-72. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634\(97\)00031-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0149-7634(97)00031-6)
3. Aruin AS, Ota T, Latash ML. Anticipatory postural adjustments associated with lateral and rotational perturbations during standing. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11(1):39-51. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00034-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00034-1)
4. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle postural. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle motor: teoria e aplicações práticas.* 2 ed. Barueri: Manole; 2003.
5. Schoene D, Lord SR, Verhoef P, Smith ST. A novel video game-based device for measuring stepping performance and fall risk in older people. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(6):947-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.01.012>
6. Pluchino A, Lee SY, Asfour S, Roos BA, Signorile JF. Pilot study comparing changes in postural control after training using a video game balance board program and 2 standard activity-based balance intervention programs. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(7):1138-46. PMID: 22414490 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.01.023>
7. Bigongiari A. O efeito do treinamento aeróbio em piscina e esteira rolante no controle postural de pessoas com sequelas crônicas de acidente vascular cerebral [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013.
8. Hohtari-Kivimäki U, Salminen M, Vahlberg T, Kivelä SL. Short Berg Balance Scale - correlation to static and dynamic balance and applicability among the aged. *Aging Clin Exp Res.* 2012;24(1):42-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF03325353>
9. Lai CH, Peng CW, Chen YL, Huang CP, Hsiao YL, Chen SC. Effects of interactive video-game based system exercise on the balance of the elderly. *Gait Posture.* 2013;37(4):511-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.003>
10. Miller ME, Rejeski WJ, Reboussin BA, Ten Have TR, Ettinger WH. Physical activity, functional limitations, and disability in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2000;48(10):1264-72. PMID: 11037014 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2000.tb02600.x>
11. Hortobágyi T, Solnik S, Gruber A, Rider P, Steinweg K, Helseth J, et al. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. *Gait Posture.* 2009;29(4):558-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.12.007>
12. Araujo IMG, Alouche SR, Cunha BP, Freitas SMSF. Uso da informação somatossensorial adicional no controle postural: efeito da dominância manual. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2013;27(2):305-13.
13. Nagai K, Yamada M, Tanaka B, Uemura K, Mori S, Aoyama T, et al. Effects of balance training on muscle coactivation during postural control in older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012;67(8):882-9. PMID: 22389467 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/glr252>
14. Aruin AS, Almeida GLA. A co-activation strategy in anticipatory postural adjustment in person with Down syndrome. *Motor Control.* 1997;1(2):178-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/mcj.1.2.178> DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/mcj.1.2.178>