



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Avaliação do equilíbrio em indivíduos com Défice
Visual e Normovisuais**

Iuri Saulo de Castro Pimenta
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
28160@ufp.edu.pt

Adérito Seixas
Mestre Assistente
Escola Superior de Saúde - UFP
aderito@ufp.edu.pt

Sandra Rodrigues
Mestre Assistente
Escola Superior de Saúde - UFP
sandrar@ufp.edu.pt

Porto, Julho de 2016

Resumo

Objetivo: Avaliar o equilíbrio em indivíduos com Défice Visual (DV) e Normovisuais (NV) durante a execução de diferentes testes de avaliação e verificar se os testes aplicados são apropriados para a avaliação do equilíbrio em sujeitos com DV. **Metodologia:** Neste estudo participaram 22 indivíduos, do sexo feminino e masculino, com mais de 50 anos de idade e com diferentes condições visuais. Para avaliar as oscilações posturais, utilizou-se um sistema de centrais inerciais. Os participantes realizaram 5 testes de equilíbrio, tendo sido colocada uma venda a todos os participantes para retirar o estímulo visual. **Resultados:** A comparação entre o grupo DV e NV apenas revelou diferenças significativas no Tandem Preferido (Tandem Pre). Dos três componentes avaliados, o ântero-posterior foi o que registou mais oscilação. **Conclusão:** Os participantes com DV apresentam melhor equilíbrio no teste Tandem Pre. Para a amostra estudada, os testes de Tandem revelaram-se mais desafiantes na avaliação do equilíbrio em indivíduos com DV. **Palavras-chave:** Equilíbrio, Controlo Postural, Cegueira, Défice de Visão, Sensores Inerciais

Abstract

Aim: To evaluate balance in Visual Impairment (VI) and sighted (NV) people during the execution of different assessment tests and to verify if the applied tests were appropriate for the assessment of balance in subjects with VI. **Methodology:** The study included 22 individuals, both male and female, aged above 50 years and with different visual conditions. To assess postural oscillations, an inertial measurement system was used. Participants performed five balance tests, and all participants were blindfolded to remove the visual input. **Results:** The comparison between VI and NV groups showed significant differences in the Tandem Preferred (Tandem Pre). Between the three assessed components, the anteroposterior was the most unstable. **Conclusions:** VI participants evidenced better balance in the test Tandem Pre. In general, the Tandem tests revealed more challenging in the assessment of balance in VI individuals **Key-words:** Balance, Postural Control, Blindness, Visual Impairment, Inertial Sensors

Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) existem cerca de 285 milhões de pessoas com deficiência visual e a principal causa deste tipo de deficiência são casos patológicos não corrigidos (43%), como a miopia, o estigmatismo, a hipermetropia e a presbiopia (OMS, 2013). Em segundo plano estão as cataratas (33%) e, em menor escala, o glaucoma (2%), fatores associados à idade, retinopatia diabética, tracoma, e opacidade corneana. Em 18% dos casos, a causa não é conhecida (Pascolini e Mariotti, 2011).

Carvalho e Almeida (2009) referem a importância do controlo postural para um correto funcionamento do controlo motor, distinguindo duas componentes entre si: a orientação postural e o equilíbrio. Quando se fala na capacidade de manter uma relação correta entre o ambiente e os segmentos corporais, fala-se de orientação postural. Já o equilíbrio postural é a capacidade de manter o centro de massa dentro dos limites de estabilidade, de modo a conjugar as forças da gravidade, musculares e inerciais.

Para que o controlo postural permita a manutenção do equilíbrio perante variações do centro de massa, é necessário adquirir 3 informações sensoriais, que apesar de se distinguirem anatomicamente, apresentam uma interligação constante: o sistema visual, sistema vestibular e o somatossensorial (Mochizuki e Amadio, 2006).

O sistema vestibular atua como um sensor de gravidade, gerando uma resposta muscular reflexa que permite a manutenção da postura ereta (Loth, Rossi, Cappellesso e Ciena, 2008). Este sistema encontra-se mais ativo em situações dinâmicas, pois tem como função detetar variações angulares e lineares (Carvalho e Almeida, 2009).

O sistema somatossensorial é um sistema complexo de vários recetores que se encontram em locais não específicos e que têm a capacidade de responder a quatro estímulos distintos: Toque, temperatura, dor e proprioceção (Carvalho e Almeida, 2009). O toque e a propriceção desempenham um papel mais relevante no equilíbrio e os receptores responsáveis pela sinalização destes estímulos podem estar localizados a nível muscular, articular, na derme, tecido conjuntivo e tendões (Mochizuki e Amadio, 2006).

Em relação à visão, esta fornece informação do ambiente que nos rodeia e permite ajustes de movimento (Halleman, Ortibus, Meire e Aerts, 2010). Kleiner, Schlittler e Sánchez-Arias (2011), demonstram que o sistema visual está intimamente relacionado com a estabilização da oscilação corporal, tendo verificado que na ausência de visão as oscilações corporais duplicam.

No caso de deficiência visual ou cegueira, é parcialmente ou totalmente inexecutável usar referências visuais na orientação espacial e permanecer com um alinhamento corporal correto, aumentando as oscilações do centro de massa (Rutkowska et al, 2015).

Legood, Scuffham e Cryer (2002) comprovaram que o risco de lesão é mais elevado em pessoas com DV quando comparado ao de pessoas NV e que o grau de perda de visão é diretamente proporcional à perda de equilíbrio (Rutkowska et al, 2015) na realização de tarefas motoras estáticas e dinâmicas (Schmid, Nardone, De Nunzio, Schmid e Schieppati, 2007). Existe, portanto, uma deterioração crescente do equilíbrio nesta população (associado ao envelhecimento e à cegueira) que carece de métodos de avaliação adequados para classificar o grau de afetação e monitorizar progressos clínicos após uma intervenção no âmbito da Fisioterapia que vise a melhoria funcional. No entanto, a avaliação do equilíbrio em indivíduos com DV não tem sido o objeto de estudo da literatura, desconhecendo-se que testes de avaliação são mais adequados nesta população. Para além disso, os resultados dos estudos são muitas vezes ambíguos no que diz respeito à comparação do equilíbrio entre pessoas com DV e NV (Klavina e Jekabsone, 2014; Rutkowska et al, 2015; Schmid, Nardone, De Nunzio, Schmid e Schieppati, 2007).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o equilíbrio em indivíduos com DV e NV durante a execução de diferentes testes de avaliação. Foi também objetivo do trabalho perceber se os testes aplicados são apropriados para a avaliação do equilíbrio em sujeitos com DV.

Metodologia

Este estudo observacional foi realizado nas Clínicas Pedagógicas de Fisioterapia da Universidade Fernando Pessoa, após aprovação da comissão de ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

Participantes

Participaram neste estudo 22 indivíduos, do sexo feminino e masculino, com idades compreendidas entre os 50 e os 69 anos ($57,45 \pm 5,82$ anos) e com um índice de massa corporal (IMC) compreendido entre os 22 e os 35 Kg/m^2 ($26,55 \pm 3,81$ Kg/m^2) que, segundo a OMS (2004), indica que a amostra se encontra num estado de pré-obesidade. Os indivíduos com DV foram recrutados de um grupo de utentes da Clínica Pedagógica de Fisioterapia que frequentam as instalações, não para tratamento de alguma patologia

mas ao abrigo de um protocolo com a Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal com o objetivo de promover a estimulação sensorial destes utentes. Neste estudo foram incluídos indivíduos na faixa etária entre os 50 e 70 anos de idade, cegos, com visão residual e NV, com marcha independente e funcional, com capacidade de comunicação verbal e com ausência de lesão do membro inferior nas últimas 6 semanas (Chen, Fu, Chan e Tsang, 2012; Mettlet et al. 2015). Os fatores de exclusão abrangiam lesões do membro inferior nas últimas 6 semanas, patologias do foro musculoesquelético, vestibular e neurológico, limitações cognitivas, estado gripal ou pirético, dor na realização de movimento ou toma de medicação que afetasse o sistema sensoriomotor (Mettlet et al. 2015; Rutkowska et al., 2015; Waninge, van Wijck, Steenbergen e Van der Schans, 2011). A amostra foi então subdividida em 2 grupos distintos: grupo I- DV (n=12), grupo II- NV (n=10). Dos integrantes do grupo com DV, 6 eram cegos e 6 apresentavam visão residual, mas dada a ausência de diferenças significativas relativamente às variáveis estudadas, todos foram incluídos no mesmo grupo.

Instrumentos

Para avaliar as variações do centro de massa durante os testes de equilíbrio foi utilizada uma central inercial Xsens MTx (Xsens, Enschede, Holanda) conectada via wireless a uma estação que controla a receção sincronizada da informação proveniente dos sensores a ela ligados, que é posteriormente enviada, via usb, a um computador para posterior análise. Cada central contém vários sensores, um acelerómetro 3D, um giroscópico, um barómetro e um magnetómetro, possibilitando a avaliação cinemática do movimento humano (Guo et al., 2013).

Para avaliação da altura e do peso, utilizou-se um estadiómetro (Seca) e uma balança (Tanita) respetivamente.

A todos os participantes foi colocada uma venda durante a realização dos testes para eliminar quaisquer estímulos visuais.

Procedimentos

Todos os participantes foram informados dos objetivos e procedimentos envolvidos e tiveram que declarar a sua aceitação em participar no estudo, preenchendo a Declaração de Consentimento Informado, podendo desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo pessoal de acordo com a Declaração de Helsínquia. A confidencialidade sobre os dados recolhidos foi assegurada, garantindo que os mesmos não seriam usados para

outros fins para além do presente estudo. O termo de consentimento informado foi exposto de forma oral ao grupo com DV, permitindo a sua compreensão e eventual esclarecimento, sempre que solicitado.

Foi preenchido um questionário de caracterização, onde se registaram as características antropométricas de cada indivíduo relativamente ao peso, altura e ao índice de massa corporal.

A identificação do membro inferior preferido foi feita de acordo com as indicações de Porac e Coren (1981), através de questões sobre a realização de determinadas tarefas funcionais, como por exemplo, subir escadas.

Para avaliar o equilíbrio foi posicionado um sensor em cada participante, de acordo com os protocolos de Baston et al. (2014) e Perez-Cruzado, González-Sánchez, e Cuesta-Vargas (2014), a nível de L5-S1. Do *output* do sensor foram extraídos os valores das acelerações, no sentido Ântero-posterior (AP), Médio-Lateral (ML) e Vertical (V), registados com uma frequência de 75 Hz. A partir destes valores foi calculado o *root mean square* (RMS) em cada uma das direções e o valor foi utilizado como medida de equilíbrio, de acordo com o protocolo de Hebner et al. (2015). Quanto maiores os valores do RMS, maiores oscilações do sensor nas componentes em questão e menor equilíbrio nessa mesma direção.

O equilíbrio foi avaliado em quatro testes distintos e com os olhos vendados em ambos os grupos. A ordem de apresentação de cada situação de teste foi realizada de forma aleatória para minimizar possíveis vieses, recorrendo a uma plataforma online (<https://www.randomizer.org/>). Cada teste foi realizado com os pés à largura dos ombros e com os membros superiores ao longo do tronco durante 30 segundos (Araújo et al., 2011; Nascimento, Patrizzi e Oliveira, 2012), com a exceção do *Functional Reach* que foi finalizado após 3 repetições, e com um período de repouso de 60 segundos entre cada teste. O teste em apoio bipodal apresentava as variantes no solo e sobre uma superfície instável (Fransson, Gomez, Patel e Johansson, 2007). A superfície instável consistiu em quatro colchões sobrepostos, com espessura de 1,5cm cada. O teste Tandem consistiu em colocar um pé anteriormente em relação ao outro, de forma ao calcanhar tocar nos dedos do pé contralateral., sem mover os pés dessa posição inicial. Foram acrescentadas duas vertentes do teste, com o membro preferido atrás (Tandem Pre) e com o membro não preferido atrás (Tandem NPre) (Jonsson, Seiger e Hirschfeld, 2005). Para a realização do *Functional Reach Test*, foi colocada uma fita métrica na parede, paralela ao chão e à altura do acrómio de cada indivíduo. Foi pedido que o participante se posicionasse

paralelamente à parede, com os pés separados à largura dos ombros e nunca entrando em contato direto com a parede. Neste teste avaliou-se a quantidade de deslocamento durante a sua realização. A posição inicial é descrita com os ombros fletidos a 90°, com o cotovelo em extensão e o punho em posição neutra, constituindo o final da falange distal do 3º dedo como ponto de referência para registrar o valor correspondente na fita métrica. De seguida, o participante tinha de alcançar o mais longe que conseguisse na fita métrica sem dar nenhum passo, levantar o calcanhar ou tocar na parede. Por fim, registou-se a posição final e a diferença entre a primeira e a segunda medida foi calculada. O teste foi repetido 3 vezes, considerando-se o valor da melhor tentativa (Baeza, Sanchez e Vargas, 2015) como forma de avaliação.

Se, em qualquer teste, não fosse possível o participante adotar a posição inicial ou se não suportasse os 30 segundos, o teste era anulado e repetido.

De forma a prevenir o surgimento de quedas e a garantir a segurança dos intervenientes, estavam presentes dois investigadores, um atrás e outro à frente do participante (Perez-Cruzado, González-Sánchez, e Cuesta-Vargas, 2014).

Análise Estatística

Para realizar a análise de dados foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) na sua versão 22 para o Windows. Foram utilizadas medidas de tendência central, de dispersão e de estatística inferencial com significância estabelecida de $\alpha \leq 0,05$. Para a caracterização da amostra e das variáveis em estudo foi determinada a estatística descritiva (média e desvio padrão) e para verificar a distribuição das variáveis em estudo recorreu-se ao teste de *Shapiro-Wilk*. Tendo em conta a não normalidade da distribuição optamos pela utilização dos testes não paramétricos de *Mann-Whitney* e de *Friedman* sempre que pretendemos fazer a comparação de dados provenientes de grupos diferentes ou para fazer a comparação de dados provenientes do mesmo grupo, respetivamente.

Resultados

Na tabela 1, encontram-se os dados referentes às medidas antropométricas e à idade de cada um dos grupos (DV e NV).

Tabela 1. Caracterização da amostra das medidas antropométricas e da idade comparando o grupo de DV com o grupo NV (teste de Mann-Whitney).

	DV n=12		NV n=10		p
	Feminino n=8	Masculino n=4	Feminino n=8	Masculino n=2	
Idade	59,75 ± 1,93		54,70 ± 0,96		0,107
Peso (Kg)	69,93 ± 3,22		61,43 ± 2,50		0,069
Altura (m)	1,59 ± 0,03		1,57 ± 0,02		0,539
IMC (Kg/m²)	27,83 ± 1,19		25,02 ± 0,92		0,107

Pela análise da tabela 1 podemos verificar a homogeneidade dos elementos pertencentes aos dois grupos em estudo, relativamente às variáveis idade, peso, altura e IMC. Todos os participantes apresentaram como membro inferior dominante o lado direito.

Na tabela 2 podemos observar os valores do RMS dos dois grupos (DV e NV) para as três componentes (AP - Ântero-posterior; ML - Médio Lateral; V- Vertical), nos testes: Bipodal no solo (BiSolo); Bipodal nos colchões (BiColchão); Tandem com o membro preferido atrás (Tandem Pre); e Tandem com o membro não preferido atrás (Tandem Npre), assim como o valor de significância da comparação entre o grupo de DV e NV.

Pela análise da tabela 2 é possível observar que existem diferenças significativas quando se compara o grupo DV com o grupo NV apenas no teste Tandem Pre nos componentes AP (p=0.036) e V (p=0.050). No entanto, existe uma tendência consistente para que os valores de equilíbrio sejam inferiores no grupo NV.

Tabela 2. Comparação entre grupos em cada teste, nos componentes AP, ML e V (teste de Mann-Whitney).

		DV	NV	p
BiSolo	AP	0,02±0,01	0,07±0,17	0,628
	ML	0,02±0,02	0,02±0,00	0,381
	V	0,04±0,00	0,05±0,04	1,000
BiColchão	AP	0,03±0,01	0,10±0,16	0,069
	ML	0,03±0,01	0,03±0,01	0,722
	V	0,04±0,00	0,06±0,05	0,180
Tandem Pre	AP	0,05±0,01	0,12±0,16	0,036*
	ML	0,05±0,02	0,07±0,02	0,180
	V	0,04±0,01	0,07±0,05	0,050*
Tandem Npre	AP	0,10±0,14	0,17±0,21	0,123
	ML	0,06±0,02	0,07±0,04	0,821
	V	0,06±0,05	0,08±0,05	0,381

(*) p≤0,05

Na tabela 3, encontram-se as comparações entre testes (BiSolo, BiColchão, Tandem Pre e Tandem NPre) relativamente a cada componente (AP, ML e V), e ainda, a comparação entre as três componentes para o mesmo teste, para o grupo com DV e para os NV.

Tabela 3. Comparação entre testes na mesma componente e comparação entre as diferentes componentes nos mesmos testes nos grupos DV e NV (teste de *Friedman*).

		BiSolo	BiColchão	Tandem Pre.	Tandem NPre.	p
DV	AP	0,02±0,01	0,03±0,01	0,05±0,01	0,10±0,14	<0,001*
	ML	0,02±0,02	0,03±0,01	0,05±0,02	0,06±0,02	<0,001*
	V	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,01	0,06±0,05	<0,001
	p	0,002*	0,001*	0,105	0,174	
NV	AP	0,07±0,17	0,10±0,16	0,12±0,16	0,17±0,21	0,001*
	ML	0,02±0,00	0,03±0,01	0,07±0,02	0,07±0,04	<0,001*
	V	0,05±0,04	0,06±0,05	0,07±0,05	0,08±0,05	<0,001*
	p	0,001*	<0,001*	0,003*	0,038*	

(*) $p \leq 0,05$

Pela análise da tabela 3 podemos observar que existem diferenças significativas no teste de *Friedman* ao comparar os valores de RMS entre os testes em cada uma das componentes AP, ML e V, o que significa que pelo menos entre dois testes os valores de RMS são diferentes, não identificando os pares em que essas diferenças ocorrem. Essa informação pode ser observada na tabela 4.

Ainda pela análise da tabela 3 é possível verificar que existem diferenças significativas no grupo DV entre os valores de RMS nos componentes AP, ML e V nos testes BiSolo e BiColchão mas não nos dois testes de Tandem, que revelam valores uniformes de RMS nas três componentes. Já no grupo NV em todos os testes existem diferenças significativas entre os valores de RMS dos componentes AP, ML e V em todos os testes.

Como foi referido anteriormente, na tabela 4 podemos observar o resultado da comparação par a par (no teste de *Friedman*) entre os valores de RMS entre testes, para cada componente estudada no grupo DV e NV, respetivamente.

Quando se analisa a tabela 2, é visível uma progressão nas oscilações do centro de massa, o que incita a possibilidade de estabelecer uma ordem do teste onde se observou mais estabilidade até ao teste onde se verificou mais instabilidade. Na tabela 4 é possível realizar essa análise com mais precisão. Em ambos os grupos, verifica-se que não é significativa a diferença entre os testes BiSolo e BiColchão (DV: AP=0,347; ML=1,000; V=0,928 / NV: AP=0,714; ML=0,500; V=0,995) e que, observando a tabela 2, ambos os testes foram os que menos oscilações provocaram. Além disso, o teste BiSolo provocou menos oscilações, nas três componentes, quando comparado com o teste BiColchão.

Tabela 4. Comparação dos testes aplicados entre eles mesmos com as respectivas componentes no grupo com DV e NV.

	AP	p	ML	P	V	p	
DV	BiSolo	BiColchão	0,347	BiColchão	1,000	BiColchão	0,928
		Tandem Pre	0,003*	Tandem Pre	0,003*	Tandem Pre	<0,001*
		Tandem Npre	<0,001*	Tandem Npre	<0,001*	Tandem Npre	<0,001*
	BiColchão	BiSolo	0,347	BiSolo	1,000	BiSolo	0,928
		Tandem Pre	0,683	Tandem Pre	0,161	Tandem Pre	0,068
		Tandem Npre	0,027*	Tandem Npre	0,003*	Tandem Npre	0,005*
	Tandem Pre	BiSolo	0,003*	BiSolo	0,003*	BiSolo	<0,001*
		BiColchão	0,683	BiColchão	0,161	BiColchão	0,068
		Tandem Npre	1,000	Tandem Npre	1,000	Tandem Npre	1,000
	Tandem Npre	BiSolo	<0,001*	BiSolo	<0,001*	BiSolo	<0,001*
		BiColchão	0,027*	BiColchão	0,003*	BiColchão	0,005*
		Tandem Pre	1,000	Tandem Pre	1,000	Tandem Pre	1,000
NV	BiSolo	BiColchão	0,714	BiColchão	0,500	BiColchão	0,995
		Tandem Pre	0,011*	Tandem Pre	<0,001*	Tandem Pre	0,011*
		Tandem Npre	0,002*	Tandem Npre	<0,001*	Tandem Npre	0,001*
	BiColchão	BiSolo	0,714	BiSolo	0,500	BiSolo	0,995
		Tandem Pre	0,714	Tandem Pre	0,056	Tandem Pre	0,500
		Tandem Npre	0,226	Tandem Npre	0,056	Tandem Npre	0,092
	Tandem Pre	BiSolo	0,011*	BiSolo	<0,001*	BiSolo	0,011*
		BiColchão	0,714	BiColchão	0,056	BiColchão	0,500
		Tandem Npre	1,000	Tandem Npre	1,000	Tandem Npre	1,000
	Tandem Npre	BiSolo	0,002*	BiSolo	0,001*	BiSolo	0,001*
		BiColchão	0,226	BiColchão	0,056	BiColchão	0,092
		Tandem Pre	1,000	Tandem Pre	1,000	Tandem Pre	1,000

(*) $p \leq 0,05$

Da mesma forma que os testes em apoio Bipodal, também não existem diferenças significativas quando comparados os testes Tandem Pre e Tandem NPre (DV: AP=1,000; ML=1,000; V=1,000 / NV: AP=1,000; ML=1,000; V=1,000). No entanto, observando a tabela 2 percebe-se que o Tandem NPre acaba por ser o teste que provoca maior instabilidade. Entre os testes BiColchão e Tandem Pre, também não existem diferenças significativas (DV: AP=0,683; ML=0,161; V=0,068 / NV: AP=0,714; ML=0,056; V=0,500) mas o Tandem Pre acaba por provocar mais oscilações em todas as componentes do que o BiSolo. De forma a enumerar os 4 testes por ordem crescente, relativamente ao nível de instabilidade que geram, a ordem seria: BiSolo, BiColchão, Tandem Pre e Tandem NPre.

Na tabela 5 podemos observar o resultado da comparação par a par, decorrente do teste de *Friedman*, entre valores de RMS entre componentes (AP, ML e V), para cada teste aplicado no grupo DV e NV, respetivamente.

Tabela 5. Comparação das componentes (AP, ML e V) entre elas mesmas com os respetivos testes no grupo DV e NV.

		BiSolo	p	BiColchão	p	Tandem Pre	p	Tandem Npre	p
DV	AP	ML	1,000	ML	0,074	ML		ML	
		V	0,003*	V	0,307	V		V	
	ML	AP	1,000	AP	0,074	AP		AP	
		V	0,013*	V	<0,001*	V		V	
	V	AP	0,003*	AP	0,307	AP		AP	
		ML	0,013*	ML	<0,001*	ML		ML	
NV	AP	ML	1,000	ML	0,005*	ML	1,000	ML	0,353
		V	0,011*	V	1,000	V	0,005*	V	0,042*
	ML	AP	1,000	AP	0,005*	AP	1,000	AP	0,353
		V	0,005*	V	0,001*	V	0,076	V	1,000
	V	AP	0,011*	AP	1,000	AP	0,005*	AP	0,042*
		ML	0,005*	ML	0,001*	ML	0,076	ML	1,000

(*)p<0,05

No BiSolo existem sempre diferenças significativas quando comparadas as componentes AP e ML com a V (DV: AP-V=0,003; ML-V=0,013 / NV: AP-V=0,011; ML-V=0,005) em ambos os grupos da amostra. No BiColchão do grupo DV apenas existem diferenças entre o ML e o V (DV: ML-V=<0,001), enquanto que no NV as diferenças são significativas quando se comparam as componentes AP e V com a ML (NV: AP-ML=0,005; V-ML=0,001). No Tandem Pre e o Tandem NPre não constam diferenças significativas entre as componentes do grupo DV. Já o grupo NV, tanto o Tandem Pre (NV: AP-V=0,005) como o Tandem NPre (NV: AP-V=0,042) revelam diferenças entre as componentes AP e V.

A tabela 6 diz respeito ao teste *Functional Reach*, que foi analisado separadamente pois, como foi referido anteriormente, não foi avaliado recorrendo aos valores obtidos pela central inercial. Neste teste foi apenas tida em conta a diferença da distância final com a distância inicial. O teste não apresenta diferenças significativas (p=0,314) entre grupo com DV e os NV. No entanto, este é o único teste em que os NV se destacaram positivamente em relação ao grupo com DV.

Tabela 6. Comparação entre grupos dos valores (Média ± Desvio Padrão) obtidos no *Functional Reach* (teste de Mann-Whitney).

	Défice visuais (DV)	Normovisuais (NV)	p
<i>Functional Reach</i> (cm)	26,33±6,11	28,59±4,29	0,314

Discussão

O objetivo principal do presente estudo foi avaliar o equilíbrio em indivíduos com DV e NV durante a execução de diferentes testes de avaliação. Foi também objetivo do trabalho perceber se os testes aplicados são apropriados para a avaliação do equilíbrio em sujeitos com DV.

O número de artigos publicados sobre a influência do sistema visual não é tão elevado (Friedrich et al., 2008). Em 2007, Schmid, Nardone, De Nunzio, Schmid e Schieppati (2007) relataram que a literatura sobre o equilíbrio em indivíduos cegos era limitada e não conclusiva e mais recentemente, Tomomitsu, Alonso, Morimoto, Bobbio e Greve (2013) chegaram à mesma conclusão, afirmando que a existência de estudos que comparem o equilíbrio em indivíduos cegos e NV é escassa.

Schmid, Nardone, De Nunzio, Schmid e Schieppati (2007) discutiram a hipótese de indivíduos com DV apresentarem uma vantagem natural em relação aos NV nos inputs sensoriais; os resultados do presente estudo reforçam a ideia que indivíduos com défices visuais apresentam uma forte ativação de outros sistemas posturais que, na ausência do estímulo visual, auxiliam a manter o equilíbrio. Friedrich et al. (2008) concluíram o mesmo no seu estudo. O fenómeno de neuroplasticidade – que é definida por Phelps (1990) como uma mudança adaptativa estrutural nas funções do sistema nervoso, que tem como função reagir ao ambiente interno ou externo e a traumatismos ou lesões que afetem a estrutura neural – pode ser uma possível explicação para os resultados encontrados. Trata-se de uma propriedade intrínseca do sistema nervoso. O córtex cerebral desempenha um papel preponderante nessas estratégias adaptativas (Jacobs e Horak, 2007). Na ausência de visão, adapta-se para responder a estímulos auditivos, tácteis, somatossensoriais ou uma combinação destes estímulos (Schroeder e Foxe, 2005; Larsen, Luu, Burns e Krubitzer, 2009).

Com o envelhecimento, o equilíbrio acaba por se deteriorar devido ao declínio do sistema visual, somatossensorial e vestibular. Tendo a visão um papel essencial na manutenção do equilíbrio, é perceptível que pessoas com DV e idade avançada apresentem um maior risco de queda devido à perda de equilíbrio (Chen, Fu, Chan e Tsang, 2012; Duclos, Maynard, Abbas e Measure, 2013). Chen, Fu, Chan e Tsang (2012), concluíram que numa amostra de idosos, o grupo com DV apresentava menos equilíbrio do que o grupo de NV. No entanto, apesar de no presente estudo só terem sido incluídos indivíduos com idade ≥ 50 anos, não se revelaram diferenças significativas entre indivíduos com DV e NV.

Após a análise dos dados, foi possível constatar que as diferenças significativas relativamente ao equilíbrio, entre os dois grupos ocorrem apenas no teste Tandem Pre nos componentes AP e V. No entanto, o grupo de NV acabou por relevar mais oscilações e considerando que todos os testes incluídos neste estudo são de natureza estática, os resultados são contraditórios aos de estudos realizados previamente, que suportam a ideia que pessoas com deficiência visual apresentam menor equilíbrio em situações estáticas (Klavina e Jekabsone, 2014). Contudo, estes resultados vão de encontro ao estudo de Schmid, Nardone, De Nunzio, Schmid e Schieppati (2007) que refere que indivíduos NV têm menos oscilações com os olhos abertos do que fechados, enquanto o grupo com DV apresenta valores similares nas duas condições. Os autores não referem diferenças significativas entre os grupos quando comparam a instabilidade postural com os olhos fechados, mas os valores de menor instabilidade foram registados nos indivíduos com DV. Um estudo realizado recorrendo à análise electromiográfica procurou determinar se existiam diferenças entre indivíduos NV e invisuais, nas respostas posturais. Os autores concluíram que o padrão de ativação muscular não apresentava diferenças, no entanto o grupo de invisuais apresentava reações significativamente mais rápidas em resposta a oscilações do centro de massa (Nakata e Yabe, 2001).

Duclos, Maynard, Abbas e Mesure (2013), com o objetivo de estudar o efeito do envelhecimento no equilíbrio e nas estratégias posturais, perceberam que o plano médio-lateral se apresenta mais alterado em situações estáticas. No entanto, assumiram que a instabilidade nesse plano não apresenta relação com a visão, mas com o processo natural de envelhecimento. No presente estudo, vemos que não existem diferenças na componente ML nem na idade entre grupos. Nesse sentido, os nossos resultados vão de encontro com a bibliografia, pois não havendo diferenças entre grupos na componente ML, podemos assumir que se trata de outro fator para além da visão, apesar de que, ao contrário da bibliografia, o componente ML é o menos afetado. Entre as três componentes, a AP demonstrou ser a que apresenta mais oscilações. De acordo com Singh, Taylor, Madigan e Nussbaum (2012), os inputs visuais fornecem respostas corretivas posturais predominantemente no plano sagital. Os nossos resultados vão de encontro a esta ideia uma vez que todos os testes são realizados com os olhos vendados e é na direção AP onde se verificam os valores mais elevados de RMS.

De acordo com os resultados do presente estudo, os testes apresentam uma progressão na dificuldade de execução, sendo o BiSolo o mais estável e o Tandem NPre o mais instável. Os resultados são concordantes com estudos anteriores realizados, que referem que o

apoio Bipodal não causava muitas oscilações e que o *Tandem Stanting* era dos testes que mais instabilidade provocava na população idosa (Sheehan, Greene, Cunningham, Crosby e Kenny, 2014).

Vários estudos demonstram que apesar pessoas com DV apresentarem melhor equilíbrio em situações estáticas, os NV apresentam melhores resultados em exercícios dinâmicos. Por exemplo, Aydoğ, Aydoğ, Cakci e Doral (2006) tinham como objetivo avaliar a estabilidade postural entre indivíduos com DV e concluíram que esta se encontrava mais afetada no grupo com DV quando comparado aos NV (com olhos fechados e abertos). O nosso estudo, também mostrou que nos testes estático (BiSolo, Bicolchao, Tandem Pre e o Tandem NPre) o grupo com DV apresentou melhores resultados, mas no *Functional Reach* (teste com componente dinâmicas) os NV destacaram-se positivamente.

Ao analisar o RMS dos testes aplicados, verificou-se que para o grupo DV os testes BiSolo e Bicolchão eram de fácil execução, ao contrário dos Tandem Pre e Tandem NPre que causavam oscilações do centro de massa de maior magnitude. A mesma tendência se verificou para o grupo NV, contudo, como já referido anteriormente, parece que mesmo os testes em apoio Bipodal acabam por ser mais desafiadores para o grupo NV o que por sua vez mostra ser uma ferramenta eficaz para avaliar o equilíbrio estático em indivíduos sem patologia visual e numa fase inicial. No grupo DV, a dificuldade em apoio Bipodal foi menor, o que nos faz sugerir que o BiSolo e o Bicolchão sejam testes menos desafiantes para avaliar o equilíbrio neste tipo específico de população. Já os testes Tandem Pre e Tandem NPre demonstraram ser testes com resultados interessantes na avaliação do equilíbrio em indivíduos NV e com DV pois, além da dificuldade inerente à adoção da posição inicial e da execução do teste, foi analisado que ambos os testes desafiam o equilíbrio nos três componentes de deslocação (AP, ML e V) o que garante uma avaliação estática tridimensional do indivíduo.

Conclusão

Foi possível concluir, para a amostra em estudo, o grupo com DV apresenta melhor equilíbrio no teste Tandem Pre (componente AP e V). A componente AP mostrou ser a mais instável em ambos os grupos da amostra e o Tandem NPre foi o teste que mais oscilações provocou. Os testes em apoio Bipodal foram os que provocaram menos alterações no equilíbrio, sendo que o BiSolo foi o teste com o valor de RMS mais baixo. No grupo com DV, os testes Tandem são os únicos que desafiam o equilíbrio nas três

componentes estudadas, sugerindo a sua utilidade para a fisioterapia no sentido de avaliar o equilíbrio estático em sujeitos com DV que se encontrem a frequentar programas de exercício terapêutico para melhorar o seu estado funcional.

Como limitações do estudo, podemos incluir o reduzido tamanho amostral pela especificidade necessária dos critérios de inclusão e exclusão inerentes à faixa etária dos participantes, havendo um maior número de patologias devido a este fator.

Bibliografia

- Araujo, T. B., Silva, N. A., Costa, J. N., Pereira, M. M., e Safons, M. P. (2011). Efeito da equoterapia no equilíbrio postural de idosos. *Rev. Bras. Fisioter*, 15(5), 414-9.
- Aydoğ, E., Aydoğ, S. T., Cakci, A., e Doral, M. N. (2006). Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. *Int journal of sports medicine*, 27(05), 415-418.
- Baeza, J. A. M., Sanchez M. G. e Vargas A. I. C. (2015). Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. *BioMed Eng OnLine*. 14(49), 1-15
- Baston, C., Mancini, M., Schoneburg, B., Horak, F., e Rocchi, L. (2014). Postural strategies assessed with inertial sensors in healthy and parkinsonian subjects. *Gait e Posture*, 40(1), 70-75.
- Carvalho, R. L., e Almeida, G. L. (2009). Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Rev Neuroc*, 17(2), 156-60.
- Chen, E. W., Fu, A. S., Chan, K. M., e Tsang, W. W. (2012). Balance control in very old adults with and without visual impairment. *European journal of applied physiology*, 112(5), 1631-1636.
- Dineen, B., Foster, A., e Faal, H. (2006). A proposed rapid methodology to assess the prevalence and causes of blindness and visual impairment. *Ophthalmic epidemiology*, 13(1), 31-34
- Duclos, N. C., Maynard, L., Abbas, D., e Mesure, S. (2013). Effects of aging in postural strategies during a seated auto-stabilization task. *J Electromyogr Kines*, 23(4), 807-813
- Fransson, P.A., Gomez, S., Patel, M. e Johansson, L. (2007). Changes in multi-segmented body movements and EMG activity while standing on Wrm and foam support surfaces. *Eur J Appl Physiol*, 101(1), 81-89
- Frick, K. D., Kymes, S. M., Lee, P. P., Matchar, D. B., Pezzullo, M. L., Rein, D. B., e Taylor, H. R. (2010). The cost of visual impairment: purposes, perspectives, and guidance. *Investigative ophthalmology e visual science*, 51(4), 1801-1805.
- Friedrich, M., Grein, H. J., Wicher, C., Schuetze, J., Mueller, A., Lauenroth, A. e Schwesig, R. (2008). Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Experimental Brain Research*, 186(2), 305-314.

- Gleeson, M., Sherrington, C., e Keay, L. (2014). Exercise and physical training improve physical function in older adults with visual impairments but their effect on falls is unclear: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 60(3), 130-135.
- Guo, Y., Zhao, G., Liu, Q., Mei, Z., Ivanov, K., e Wang, L. (2013). Balance and knee extensibility evaluation of hemiplegic gait using an inertial body sensor network. *Bio eng online*, 12(83), 1-14.
- Halleman, A., Ortibus, E., Meire, F., e Aerts, P. (2010). Low vision affects dynamic stability of gait. *Gait & Posture*, 32(4), 547-551.
- Hebner, N.R., Akins, J.S., Lephart, S.M. e Sell, T.C. (2015). Reliability and validity of an accelerometry based measure of static and dynamic postural stability in healthy and active individuals. *Gait & Posture*, 41(2), 535-539
- Horvat, M., Ray, C., Ramsey, V. K., Miszko, T., Keeney, R., e Blasch, B. B. (2003). Compensatory analysis and strategies for balance in individuals with visual impairments. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 97(11), 695-703.
- Jacobs, J. V., e Horak, F. B. (2007). Cortical control of postural responses. *Journal of neural transmission*, 114 (10), 1339-1348
- Jonsson, E., Seiger, Å. e Hirschfeld, H. (2004). One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness?. *Clinical biomechanics*, 19(7), 688-694.
- Jonsson, E., Seiger, Å., e Hirschfeld, H. (2005). Postural steadiness and weight distribution during tandem stance in healthy young and elderly adults. *Clinical Biomechanics*, 20(2), 202-208.
- Klavina, A. e Jekabsons, I. (2014). Static balance of persons with intellectual disabilities, visual impairment and without disabilities. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 7(1), 50-57
- Kleiner, A. F. R., De Camargo Schlittler, D. X., e Del Rosário Sánchez-Arias, M. (2011). O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. *Revista Neurociências*, 19(2), 349-357.
- Larsen, D. D., Luu, J. D., Burns, M. E., e Krubitzer, L. (2009). What are the effects of severe visual impairment on the cortical organization and connectivity of primary visual cortex?. *Frontiers in neuroanatomy*, 3(30), 1-16.
- Legood, R., Scuffham, P., e Cryer, C. (2002). Are we blind to injuries in the visually impaired? A review of the literature. *Injury Prevention*, 8(2), 155-160.
- Loth, E. A., Rossi, Â. G., Cappellesso, P. C., e Ciena, A. P. (2008). Avaliação da influência do sistema vestibular no equilíbrio de adultos jovens através de posturografia dinâmica foam-laser e plataforma de força. *Semina cienc. biol. saude*, 29(1), 57-64.
- Mettler, A., Chinn, L., Saliba, S. A., McKeon, P. O., e Hertel, J. (2015). Balance training and center-of-pressure location in participants with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*, 50(4), 343.
- Mochizuki, L., e Amadio, A. C. (2006). As informações sensoriais para o controle postural. *Fisioter Mov*, 19(2), 11-8.

Nakata, H. e Yabe, K. (2001). Automatic postural response systems in individuals with congenital total blindness. *Gait & Posture*, 14(1), 36-43.

Nascimento, L. C. G. D., Patrizzi, L. J., e Oliveira, C. C. E. S. (2012). Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. *Rev Fisioter Mov*, 25(2), 325-31.

Organização Mundial de Saúde, (2013). What is a refractive error?[Em linha]. Disponível em <http://www.who.int/features/qa/45/en/> [Consultado em 01/02/2016].

Organização Mundial de Saúde (2004). [Em linha]. Disponível em <http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html>. [Consultado em 15/07/2016].

Parisi, F., Ferrari, G., Giuberti, M., Contin, L., Cimolin, V., Azzaro, C. e Mauro, A. (2015). Body-Sensor-Network-Based Kinematic Characterization and Comparative Outlook of UPDRS Scoring in Leg Agility, Sit-to-Stand, and Gait Tasks in Parkinson's Disease. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(6), 1777-1793.

Pascolini, D., e Mariotti, S. P. (2011). Global estimates of visual impairment: 2010, *British Journal of Ophthalmology*, 96(5), 614-618.

Phelps, C. H. (1990). Neural plasticity in aging and Alzheimer's disease: Some selected comments. *Progress in brain research*, 86, 3-9.

Rutkowska, I., Bednarczuk, G., Molik, B., Morgulec-Adamowicz, N., Marszałek, J., Kaźmierska-Kowalewska, K., e Koc, K. (2015). Balance Functional Assessment in People with Visual Impairment. *Journal of Human Kinetics*, 48(1), 99-109.

Schmid, M., Nardone, A., De Nunzio, A. M., Schmid, M., e Schieppati, M. (2007). Equilibrium during static and dynamic tasks in blind subjects: no evidence of cross-modal plasticity. *Brain*, 130(8), 2097-2107.

Schroeder, C. E., e Foxe, J. (2005). Multisensory contributions to low-level, 'unisensory' processing. *Current opinion in neurobiology*, 15 (4), 454-458.

Sheehan, K. J., Greene, B. R., Cunningham, C., Crosby, L., e Kenny, R. A. (2014). Early identification of declining balance in higher functioning older adults, an inertial sensor based method. *Gait & Posture*, 39(4), 1034-1039.

Singh, N. B., Taylor, W. R., Madigan, M. L., e Nussbaum, M. A. (2012). The spectral content of postural sway during quiet stance: influences of age, vision and somatosensory inputs. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(1), 131-136.

Tomomitsu, M. S., Alonso, A. C., Morimoto, E., Bobbio, T. G., e Greve, J. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, 68(4), 517-521.

Waninge, A., van Wijck, R., Steenbergen, B., e Van der Schans, C. P. (2011). Feasibility and reliability of the modified Berg Balance Scale in persons with severe intellectual and visual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(3), 292-301.