

Evaluation of balance in participants with visual impairment and normovisuals

Avaliação do equilíbrio em participantes com deficiência visual e normovisuais

Iuri Pimenta*, Adérito Seixas, Sandra Rodrigues

Universidade Fernando Pessoa

Abstract

Introduction: Individuals with visual impairment (VI) are unable to use visual references for movement aids when performing motor tasks. The objective of the present study was to evaluate the balance in individuals without visual impairments (NV) and with VI, practitioners (Pra) and non-practitioners (NPra) of sports activity **Methodology:** The sample consisted of 40 male and female participants, from which four groups were created: I-Pra-NV (n=12); II-Pra-VI (n=12); III-NP-NV (n=8); IV-NP-VI (n=8). To assess balance, an inertial central was used at the level of L5-S1 during the performance of nine balance tests (6 static and 3 dynamic) **Results:** The oscillations were similar during the static tests between NV and VI individuals, except in the unipodal support tests [(p<0.001);(p=0.003)]. Dynamic testing revealed significant differences between NV and DV in the functional reach (FR) test (p=0.002) and maximum step length [(p=0.003);(p=0.011)] **Conclusion:** The static tests show similar values between NV and VI individuals and between Pra and NPra. The OLS-NPre and OLS-Pre tests were the only static tests that were significantly affected in participants with DV. The dynamic tests tended to be better in the NV group. Sports activity proved to be beneficial in dynamic balance.

Keywords: Visual impairment, Sports Activity Balance, Center of Gravity

Resumo

Introdução: Indivíduos com deficiência visual (DV) são incapazes de utilizar referências visuais para ajustes de movimento na realização de tarefas motoras. O objetivo principal desta investigação foi avaliar o equilíbrio em participantes normovisuais (NV) e com DV, fazendo a comparação entre participantes praticantes (Pra) e não praticantes (NPra) de atividade desportiva. **Metodologia:** A amostra foi constituída por 40 participantes do sexo feminino e masculino, de onde foram criados quatro grupo: I-Pra-NV (n=12); II-Pra-DV (n=12); III-NP-NV (n=8); IV-NP-DV (n=8). Para avaliar o equilíbrio, utilizou-se uma central inercial a nível de L5-S1 durante a realização de nove testes de equilíbrio (6 estáticos e 3 dinâmicos). **Resultados:** As oscilações foram semelhantes nos testes estáticos entre NV e DV, exceto nos testes em apoio unipodal [(p<0,001);(p=0,003)]. Os testes dinâmicos revelaram diferenças significativas entre NV e DV no teste funcional reach (FR) (p=0,002) e no maximum step length [(p=0,003);(p=0,011)] **Conclusão:** Os testes estáticos apresentaram valores semelhantes entre participantes NV e DV e entre Pra e NPra. Os testes OLS-NPre e OLS-Pre, foram os únicos testes estáticos significativamente afetados nos participantes com DV. Os testes dinâmicos foram tendencialmente melhores para o grupo de NV. A prática de atividade desportiva mostrou ser vantajosa no equilíbrio dinâmico.

Palavras-Chave: Deficiência visual, Atividade Desportiva, Equilíbrio, Centro de Gravidade.

*Autor para correspondência

Introdução

A nível mundial, existem pelo menos 2,2 mil milhões de pessoas com deficiência visual (DV) sendo que em pelo menos 1 bilião destes casos, a deficiência visual poderia ter sido evitada. Este mil milhões de casos incluem pessoas com deficiência ou cegueira moderada ou grave, sendo as principais causas erros refractivos não corrigidos (88,4 milhões), cataratas (94 milhões) e presbiopia não corrigida (826 milhões) (Fricke, et al, 2018).

A DV tem um impacto grave na qualidade de vida das populações adultas, sendo uma população com taxas tendencialmente mais baixas na participação e produtividade no trabalho e taxas mais elevadas de depressão e ansiedade. Na idade mais avançada, a DV pode contribuir para o isolamento social, dificuldade em andar, maior risco de quedas e fraturas, e maior probabilidade de entrada precoce em lares de idosos ou de assistência (Fricke, et al, 2018; Hallemans, Ortibus, Meire e Aerts, 2010).

A visão fornece informação sobre o ambiente externo que nos rodeia e permite ajustes de movimento necessários no dia-a-dia, (Hallemans, Ortibus, Meire e Aerts, 2010), desempenhando um papel fundamental no equilíbrio, juntamente com os sistemas vestibular e somatosensorial (Friedrich et al., 2008).

Portanto, na ausência de capacidade para utilizar referências visuais na orientação espacial, o processo de permanecer com um alinhamento corporal correto fica é prejudicado, aumentando as oscilações do centro de gravidade (COG) para além do fisiológico e a probabilidade de queda (Rutkowska et al., 2015).

Existe, portanto, uma deterioração crescente do equilíbrio nesta população (associado ao envelhecimento e à DV) que carece de métodos de avaliação adequados, de forma a permitir a classificação do grau de afetação (a níveis motores/funcionais, sociais e económicos) e de forma a permitir a monitorização dos progressos clínicos após uma intervenção que vise a melhoria funcional (Schmid et al., 2007).

Por outro lado, Cheung, Au, Lam e Jones (2008) e Kovacs et al. (2012), comprovaram os benefícios da atividade física no desempenho físico de participantes com DV, verificando melhorias a nível de equilíbrio após a aplicação de um protocolo de exercícios. Campbell et al. (2005), também apresentou a eficácia que um programa de exercícios acarreta na redução significativa do número de quedas em idosos cegos com mais de 75 anos.

No entanto, a avaliação do equilíbrio em pessoas com DV ainda carece de resposta a algumas perguntas, como por exemplo: quais os testes de equilíbrio mais adequados nesta população; diferença entre equilíbrio estático e dinâmico na população com DV; qual a prática desportiva mais indicada, assim como a respetiva, frequência, intensidade e duração (Schmid et al., 2007; Klavina e Jekabsons, 2014; Rutkowska et al., 2015).

Nesse sentido, o objetivo principal desta investigação foi avaliar o equilíbrio estático e dinâmico em participantes Normovisuais (NV) e com DV, fazendo a comparação entre participantes praticantes (Pra) e não praticantes (NPra) de práticas desportivas, durante a execução de diferentes testes de avaliação.

Foram também objetivos do presente estudo: analisar possíveis vantagens na prática desportiva para a população com DV; analisar se os testes de equilíbrio aplicados são pertinentes para a avaliação do equilíbrio na população com DV.

Metodologia

O presente estudo é de cariz observacional e foi realizado nas instalações da Universidade Fernando Pessoa- Faculdade de Ciências da Saúde – Porto, nas instalações da ACAPO (Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal) – Porto, nas instalações das Piscinas de Campanhã e nas instalações do Clube de Judo do Porto

Participantes

Neste estudo foram incluídos participantes cegos ou com baixa visão (acuidade visual inferior a 3/10 e com restrição do campo visual inferior a 10°) e NV, com marcha independente e funcional, com capacidade de comunicação verbal e com ausência de lesão do membro inferior nas últimas 6 semanas (Aydoğ, Aydoğ, Cakci e Doral, 2006; Chen, Fu, Chan e Tsang, 2012a). Foram definidos como critérios de exclusão patologias do foro musculoesquelético, vestibular e neurológico, limitações cognitivas, estado gripal ou pirético, dor na realização de movimento ou toma de medicação que afete o sistema sensoriomotor (Wanninge, Van Wijck, Steenbergen e Van Der Schans, 2011; Mettler et al., 2015; Rutkowska et al., 2015).

Participaram neste estudo 40 participantes do sexo feminino e masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 68 anos [Média (ME):39,50; Amplitude interquartil (AIQ):25] e com um índice de massa corporal (IMC) entre os 19,7 e os 37,2 Kg/m² (ME:23,84; AIQ:4,8) que, segundo a Organização mundial de saúde (2004), indica que a amostra se encontra com o peso normal. Dos 40 participantes, foram criados quatro grupos: I- NV-Pra (n=12); II- DV-Pra (n=12); III- NV-NPra (n=8); IV DV-NPra (n=8). Os participantes com DV-NPra foram recrutados de um grupo de associados da ACAPO (Associação de cegos e amblíopes de Portugal) – Porto, os NV-NPra foram recrutados da comunidade da Universidade Fernando Pessoa e os participantes NV e com DV Pra foram voluntários das equipas de ACAPO – Porto, Castelo da Maia, Futebol Clube do Porto, Piscinas de Campanhã e Clube de Judo do Porto, das modalidades de goalball, judo e natação.

Instrumento

Para a avaliação do equilíbrio durante os testes de equilíbrio foi utilizada uma central inercial Xsens MTx

(Xsens, Enschede, Holanda) conectada via wireless a uma estação que controla a recepção sincronizada dos sensores a ela ligados e que transmite, via usb, essa informação a um computador para posterior análise. Cada central contém um acelerómetro 3D, um giroscópico, um barómetro e um magnetómetro, permitindo a avaliação cinemática do movimento humano (Guo et al., 2013).

Para avaliar o tempo em que os participantes conseguiam permanecer em apoio unipodal nos testes *One-Leg Stance* com o membro não preferido (NPre) e *One-Leg Stance* com o membro preferido (Pre), foi utilizado um cronómetro.

Para avaliar a distância máxima no que os participantes conseguiam alcançar no teste *Functional Reach* (FR) e a distância máxima no passo nos testes *Maximum step length* com o membro não preferido (MSL-NPre) e o *Maximum step length* com o membro preferido (MSL-Pre), foi utilizada uma fita métrica (DEXTER)

Para a avaliação da estatura foi utilizado um estadiómetro (SECA) e para a avaliação da massa corporal utilizou-se uma balança (TANITA).

Foi aplicada uma venda durante a realização dos testes para eliminar quaisquer estímulos visuais.

Procedimentos

A identificação do membro inferior preferido deu-se 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.

O equilíbrio foi avaliado recorrendo a três tipos de medições. Uma forma foi através da medição dos deslocamentos do COG nos testes bipodal no solo (BiSolo), bipodal sobre quatro colchões para exercícios (BiColchão), Tandem com o membro não preferido atrás (Tandem-NPre) e Tandem com o membro preferido atrás (Tandem-Pre). O equilíbrio foi também medido através da medição do tempo (em segundos) de permanência em apoio unipodal nos testes OLS-NPre e OLS-Pre. A terceira forma de avaliação foi através de medições da distância máxima que conseguiam alcançar nos testes FR (foi medida a diferença entre a distância final e a inicial, sendo que a cabeça do 3º metacarpo era o ponto de referência), MSL-NPre e MSL-Pre (foi medida a distancia do passo com fita métrica, sendo que a falange distal do 1º dedo era o ponto de referência).

Para avaliar os deslocamentos do COG posicionou-se 1 sensor a nível de L5-S1 em cada participante, de acordo com os protocolos descritos na literatura (Baston et al., 2014; Perez-Cruzado, González-Sánchez e Cuesta-Vargas, 2014). A central inercial foi calibrada antes de cada medição e configuradas para que o eixo do sistema de coordenadas estivesse paralelo ao eixo de simetria da plataforma (Guo et al., 2013). Do *output* do sensor foram extraídos os valores das acelerações, no sentido Antero-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 (Heebner, Akins, Lephart e Sell, 2015). Quanto maiores os valores do RMS, maiores oscilações do sensor nas componentes em questão e menor o equilíbrio nessa mesma direção.

A avaliação do equilíbrio deu-se em função de nove testes, que apresentavam uma ordem de execução randomizada para cada participante. Todos os testes foram realizados com os olhos vendados e com um período de repouso de 60 segundos entre cada teste (Araujo et al., 2011; Nascimento, Patrizzi e Oliveira, 2012). A duração máxima dos testes foi de 30 segundos (ou até ao momento em que os participantes abandonassem a posição de teste), com a exceção do FR, do MSL-NPre e do MSL-Pre, que foram finalizados após 3 repetições (onde foi contabilizada a melhor repetição). Os testes consistiram em:

- 1) Apoio bipodal no solo (Fransson, Gomez, Patel e Johansson, 2007).
- 2) Apoio bipodal sobre quatro colchões para exercícios (com espessura de 1,5 cm cada) (Fransson, Gomez, Patel e Johansson, 2007).
- 3) *One-Leg Stance* (OLS-Pre/ OLS-NPre): Posição inicial com as mãos atrás das costas, coxofemoral em posição neutra e com o joelho da perna elevada fletido a 90°. Foram realizadas duas vertentes, com o membro preferido (OLS-Pre) e não preferido (OLS-NPre) apoiado no chão (Paillard et al., 2006).
- 4) Teste Tandem (Tandem-Pre/ Tandem-NPre): Posição inicial com um pé em frente em relação ao outro, com o calcâneo em contacto com os dedos do pé contralateral. Foram realizadas duas variações, com o membro preferido atrás (Tandem-Pre) e com o membro não preferido atrás (Tandem-NPre) (Jonsson, Seiger e Hirschfeld, 2005).
- 5) *Functional Reach* (FR): É colocada uma fita métrica na parede, paralela ao chão e à altura do acrómio. Posição inicial posicionado paralelamente à parede, com os pés separados à largura dos ombros, com os ombros fletidos a 90°, com o cotovelo em extensão e o punho em posição neutra. Adotando a posição inicial, o participante deveria “alcançar” no sentido antero-posterior, o mais longe possível, sem dar nenhum passo, levantar o calcâneo ou tocar na parede (Merchán-Baeza, González-Sánchez e Cuesta-Vargas, 2015).
- 6) *Maximum step length* (MSL-Pre/ MSL-NPre): Posição inicial em apoio bipodal com o objetivo de dar um passo em frente, de forma a chegar o mais longe possível e sem perder a estabilidade. Foram realizadas duas vertentes do teste, com o membro preferido à frente

(MSL-Pre) e com o membro não preferido à frente (MSL-NPre) (Cho, Scarpace e Alexander, 2004).

De forma a prevenir o surgimento de quedas e a garantir a segurança dos intervenientes, estiveram sempre presentes dois investigadores perto das participantes (Perez-Cruzado, González-Sánchez, e Cuesta-Vargas, 2014).

Procedimentos estatísticos

Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, de forma a avaliar a distribuição das variáveis em estudo. Tendo-se verificado que as variáveis não seguiam uma distribuição normal, para estas comparações foram utilizados testes não-paramétricos, nomeadamente o teste de Kruskal-Wallis (amostras independentes), o teste de Mann-Whitney (amostras relacionadas), o teste de Friedman (amostras relacionadas) e Wilcoxon (amostras relacionadas). Tendo-se utilizado testes não-paramétricos para estas comparações, toda a estatística descritiva das variáveis em questão foi efetuada em termos de Mediana (ME) e Amplitude Interquartil (AIQ).

A análise das acelerações dos participantes foi quantificada tendo em conta o Root Mean Square (RMS) que é uma medida estatística da magnitude de uma variável, tendo sido calculado a partir da fórmula:

$$RMS = \sqrt{((X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2) \div n)}$$

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os 4 grupos simultaneamente. Foi o caso das comparações dos dados antropométricos e nas comparações das medidas utilizadas (RMS das acelerações, tempo e distância) para avaliar o equilíbrio. O teste Kruskal-Wallis também foi utilizado para avaliar o efeito da idade no equilíbrio, onde foram criados três grupos a partir da variável idade, tendo por base a análise de percentis (33,3%) e foram comparadas as médias dos RMS em todos os testes entre esses três grupos.

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para as comparações entre dois grupos (NV-DV, Pra-NPra) nos testes estáticos e nos testes dinâmicos e nas comparações par a par entre cada um dos 4 grupos.

Resultados

Características gerais dos participantes

Na tabela 1, encontram-se os dados referentes às medidas antropométricas e à idade de cada um dos 4 grupos em estudo.

Tabela 1 Dados antropométricos e idade, referentes aos grupos NV e com DV (PRA e NPra) e o valor de significância entre os 4 grupos (teste de Kruskal-Wallis)

	NV		DV		p
	Pra= 12	NPra= 8	Pra= 12	NPra= 8	
	Me (AIQ)	Me (AIQ)	Me (AIQ)	Me (AIQ)	
Idade	32(15)	25(26)	42(27)	51,50(12)	*0,03
Peso (Kg)	72(11,5)	59,15(11,7)	74(27)	74(16)	0,093
Altura (m)	1,75(0,11)	1,65(0,10)	1,70(0,10)	1,68(0,24)	0,068
IMC (Kg/m ²)	23,18(3,1)	22,70(4,9)	25,11(9,4)	25,79(9,4)	0,223

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Os dados constantes na tabela 1 sugerem homogeneidade da amostra relativamente a peso, altura e IMC. No entanto, relativamente à idade foram detetadas diferenças significativas entre os grupos em estudo ($p=0,030$). Para verificar entre que grupos existe essa diferença de idades, a comparação par a par permitiu verificar que se encontram entre o grupo NV-NPra e o DV-NPra ($p=0,029$).

Relativamente ao número de horas de treino semanal não se verificaram diferenças significativas ($p=0,078$) entre o grupo de praticantes com DV (Me: 3,50 horas; AIQ: 4 horas) e NV (Me: 6 horas; AIQ: 4 horas).

Comparação do equilíbrio entre os quatro grupos

Na tabela 2 são apresentados os resultados da comparação entre os 4 grupos, relativamente aos valores de RMS (BiSolo, BiColchão, Tandem-Npre e Tandem-Pre), das respetivas componentes (AP, ML e V) e do tempo em segundos (OLS-NPre e OLS-Pre) dos testes de avaliação do equilíbrio estático.

Na tabela 2, a comparação entre os 4 grupos, revela diferenças significativas nos testes OLS-NPre ($p=0,002$), o OLS-Pre ($p=0,009$) e a componente ML do Tandem-NPre ($p=0,048$). Contudo, a comparação entre os 4 grupos não nos permite saber entre que grupos é que existem diferenças significativas apenas pela análise da tabela 2.

Tabela 2. Comparação dos valores do RMS e do tempo (s), dos testes estáticos e das respectivas componentes, com valores de significância na comparação entre os 4 grupos em simultâneo (teste de Kruskal-Wallis).

	NV		DV		p	
	Pra	NPra	Pra	NPra		
	Me	Me	Me	Me		
	(AIQ)	(AIQ)	(AIQ)	(AIQ)		
AP	0,03(0,01)	0,02(0,01)	0,02(0,02)	0,02(0,01)	0,492	
BiSolo	ML	0,03(0,01)	0,02(0,00)	0,02(0,01)	0,02(0,02)	0,183
	V	0,04(0,01)	0,04(0,02)	0,04(0,01)	0,04(0,00)	0,177
AP	0,04(0,02)	0,03(0,01)	0,04(0,03)	0,03(0,02)	0,119	
BiColchão	ML	0,05(0,02)	0,03(0,01)	0,04(0,01)	0,03(0,03)	0,112
	V	0,04(0,02)	0,04(0,00)	0,04(0,01)	0,04(0,01)	0,411
AP	0,09(0,25)	0,05(0,04)	0,08(0,03)	0,11(0,09)	0,123	
Tandem-Npre	ML	0,14(0,25)	0,05(0,06)	0,08(0,05)	0,14(0,15)	*0,048
	V	0,07(0,12)	0,05(0,04)	0,05(0,02)	0,07(0,05)	0,153
AP	0,10(0,14)	0,06(0,12)	0,07(0,05)	0,11(0,15)	0,314	
Tandem-Pre	ML	0,15(0,14)	0,06(0,13)	0,08(0,04)	0,14(0,22)	0,114
	V	0,07(0,04)	0,05(0,07)	0,05(0,02)	0,08(0,10)	0,193
OLS-NPre	19,55(8,6)	20(3,1)	9,35(13,6)	11,25(6,9)	*0,002	
OLS-Pre	20(3,9)	20(12)	7,60(15,3)	14,50(9)	*0,009	

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Por posterior análise par a par, verificou-se onde se encontravam as diferenças nos respetivos testes. No OLS-NPre, foi entre os grupos DV-Pra e NV-NPra ($p=0,003$) e entre os grupos DV-NPra e NV-NPra ($p=0,012$), sendo que o grupo de NV apresentam melhores resultados em ambos os casos. No OLS-Pre foi entre os grupos DV-Pra e NV-Pra ($p=0,016$) e entre os grupos DV-Pra e NV-NPra ($p=0,030$), novamente com o grupo de NV a mostrar melhores resultados. Na componente ML do Tandem-NPre, foi entre os grupos NV-NPra e NV-Pra ($p=0,028$), com melhores resultados para os Pra, e entre os grupo NV-NPra e DV-NPra ($p=0,021$), com resultados positivos nos participantes NV.

Na tabela 3 estão presentes os valores da distância (cm) dos testes dinâmicos de avaliação do equilíbrio (FR, MSL-NPre e MSL-Pre) e os respetivos valores de significância entre os 4 grupos.

Pela análise da tabela 3, é possível verificar existem diferenças significativas entre os grupos, em todos os testes dinâmicos aplicados FR ($p=0,005$); MSL-NPre ($p=0,006$); MSL-Pre ($p=0,037$). Da mesma forma que na análise no equilíbrio estático, foi feita a comparação par a par para ser possível analisar entre que testes é que existem diferenças significativas. No FR, foi entre os grupos DV-NPra e NV-Pra ($p=0,004$). No MSL-NPre

foi entre os grupos NV-NPra e NV-Pra ($p=0,010$) e entre os grupos DV-NPra e NV-Pra ($p=0,046$). No MSL-Pre foi entre os grupos NV-Pra e DV-NPra ($p=0,009$) e entre os grupos NV-NPra e NV-Pra ($p=0,027$). Em todos os resultados da tabela 3, os valores demonstraram sempre que o equilíbrio foi significativamente melhor no grupo de NV e/ou no grupo de Pra.

Tabela 3. Comparação da distância (cm) dos testes dinâmicos entre os 4 grupos (teste de Kruskal-Wallis).

	NV		DV		p
	Pra	NPra	Pra	NPra	
	Me	Me	Me	Me	
	(AIQ)	(AIQ)	(AIQ)	(AIQ)	
FR	37,85 (5,1)	35,80 (9,6)	34,10 (7,6)	26,25 (12,8)	*0,005
MSL-NPre	130,25 (24,9)	96,15 (29,5)	116(37 ,6)	105,35 (11,7)	*0,006
MSL-Pre	127,50 (22,1)	103,25 (22,4)	117,50 (29)	102,10 (11)	*0,037

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Comparação do equilíbrio entre participantes NV e com DV

A tabela 4, mostra as comparações dos RMS (BiSolo, BiColchão, Tandem-Npre e Tandem-Pre) e dos tempos em segundos (OLS-NPre e OLS-Pre), dos testes estáticos e das respetivas componentes (AP, ML e V). Desta vez, a comparação é realizada entre todos os participantes NV e com DV. A tabela 4, apenas mostra diferenças significativas na comparação entre o OLS-NPre ($p < 0,001$) e o OLS-Pre ($p=0,003$), sendo o tempo de execução dos NV significativamente superior ao dos participantes com DV.

Tabela 4. Comparação dos valores do RMS e do tempo (s), dos testes estáticos e das respectivas componentes, com valores de significância entre os participantes NV e com DV (teste de Mann-Whitney).

		NV	DV	p
		Me(AIQ)	Me(AIQ)	
BiSolo	AP	0,03(0,01)	0,02(0,01)	0,529
	ML	0,02(0,01)	0,02(0,01)	0,495
	V	0,04(0,01)	0,04(0,00)	0,063
BiColchão	AP	0,04(0,02)	0,04(0,02)	0,698
	ML	0,03(0,02)	0,04(0,02)	0,758
	V	0,04(0,01)	0,04(0,01)	0,779
Tandem-NPre	AP	0,08(0,13)	0,08(0,04)	0,841
	ML	0,09(0,13)	0,09(0,09)	0,820
	V	0,06(0,04)	0,06(0,03)	0,820
Tandem-Pre	AP	0,08(0,14)	0,08(0,010)	0,583
	ML	0,10(14)	0,09(0,08)	0,698
	V	0,06(0,04)	0,06(0,05)	0,369
OLS-NPre		20(3,6)	10,75(9,5)	<0,001
OLS-Pre		20(5,4)	11,60(13,1)	*0,003

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Na tabela 5, estão presentes os valores da distância (cm) dos testes dinâmicos (FR, MSL-NPre e MSL-Pre) e os respectivos valores de significância entre os participantes NV e participantes com DV. A tabela 5 mostra apenas diferenças estatisticamente significativas no FR ($p=0,002$).

Tabela 5. Comparação da distância (cm) [mediana (AIQ)] dos testes dinâmicos entre os participantes NV e com DV (teste de Mann-Whitney).

	NV	DV	p
	Me(AIQ)	Me(AIQ)	
FR	37,60(6,1)	31,15(13,7)	*0,002
MSL-NPre	119,750(35,5)	106,650(26,2)	0,231
MSL-Pre	119,50(32,3)	108(24,1)	0,183

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Comparação do equilíbrio entre praticantes e não praticantes

As tabelas 6 e 7, apresentam as comparações dos resultados obtidos nos testes de avaliação de equilíbrio estático e dinâmico entre os Pra e os NPra.

Tabela 6. Comparação dos valores do RMS e do tempo (s), [mediana (AIQ)] dos testes estáticos e das respectivas componentes, com valores de significância entre os Pra e os NPra (teste de Mann-Whitney).

		Pra	NPra	p
		Me(AIQ)	Me(AIQ)	
BiSolo	AP	0,03(0,02)	0,02(0,01)	0,222
	ML	0,02(0,01)	0,02(0,01)	0,134
	V	0,04(0,01)	0,04(0,00)	0,304
BiColchão	AP	0,04(0,02)	0,04(0,01)	*0,029
	ML	0,04(0,02)	0,03(0,01)	*0,027
	V	0,04(0,01)	0,04(0,01)	0,141
Tandem-NPre	AP	0,08(0,05)	0,07(0,11)	0,713
	ML	0,10(0,10)	0,09(0,12)	0,754
	V	0,06(0,03)	0,05(0,04)	0,817
Tandem-Pre	AP	0,09(0,10)	0,08(0,14)	0,881
	ML	0,09(0,10)	0,08(0,17)	0,902
	V	0,06(0,04)	0,06(0,09)	0,924
OLS-NPre		16,40(13,3)	15,40(9,5)	0,244
OLS-Pre		16,75(12,7)	15,30(8,2)	0,212

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Na tabela 6, são comparados os RMS (BiSolo, BiColchão, Tandem-Npre e Tandem-Pre) e os tempos em segundos (OLS-NPre e OLS-Pre) dos testes estáticos e das respectivas componentes (AP, ML e V). Pela análise da tabela 6, é possível observar que nenhum das comparações demonstrou ser estatisticamente significativa, com a exceção do teste BiColchão nas componentes AP ($p=0,029$) e ML ($p=0,027$).

Na tabela 7, estão presentes os valores da distância (cm) dos testes dinâmicos (FR, MSL-NPre e MSL-Pre) e os respectivos valores de significância entre os Pra e os NPra. Relativamente aos testes de avaliação de equilíbrio dinâmico, as diferenças significativas estão presentes entre o MSL-Npre ($p=0,003$) e o MSL-Pre ($p=0,011$), deixando o FR com valores semelhantes entre os grupos comparados, mas com uma tendência definida para valores superiores no grupo de Pra.

Tabela 7. Comparação da distância (cm) [mediana (AIQ)] dos testes dinâmicos entre os Pra e NPra (teste de Mann-Whitney).

	Pra	NPra	<i>p</i>
	Me(AIQ)	Me(AIQ)	
FR	36,20(7,7)	32,80(10,8)	0,095
MSL-NPre	124,80(28)	103,10(20,3)	*0,003
MSL-Pre	120,75(24,9)	102,60(14)	*0,011

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

A tabela 8 faz a comparação entre os três grupos formados tendo por base a idade dos participantes relativamente a todos os testes aplicados, considerando a totalidade da amostra. É possível verificar que não existem diferenças significativas nos resultados dos testes de avaliação do equilíbrio entre os grupos.

Influência da idade no equilíbrio

Tabela 8 Comparação das idades divididas em 3 faixas etárias, com todos os testes aplicados (estáticos e dinâmicos), comparando a amostra na sua totalidade (teste de Mann-Whitney).

		Faixa etária 1	Faixa etária 2	Faixa etária 3	<i>p</i>
		(≤31 anos)	(32-48 anos)	(≥49 anos)	
BiSolo	AP	0,02(0,01)	0,03(0,02)	0,02(0,01)	0,583
	ML	0,02(0,01)	0,03(0,02)	0,02(0,01)	0,332
	V	0,04(0,01)	0,04(0,01)	0,04(0,00)	0,261
BiColchão	AP	0,03(0,01)	0,04(0,02)	0,04(0,03)	0,609
	ML	0,03(0,01)	0,04(0,02)	0,03(0,02)	0,523
	V	0,04(0,01)	0,04(0,02)	0,04(0,01)	0,901
Tandem-Npre	AP	0,08(0,06)	0,09(0,13)	0,07(0,02)	0,793
	ML	0,08(0,10)	0,12(0,13)	0,10(0,08)	0,576
	V	0,06(0,04)	0,07(0,05)	0,05(0,02)	0,545
Tandem-Pre	AP	0,09(0,14)	0,09(0,12)	0,06(0,08)	0,375
	ML	0,09(0,12)	0,012(0,17)	0,07(0,09)	0,235
	V	0,06(0,05)	0,07(0,09)	0,05(0,04)	0,115
OLS-NPre		19,10(10)	13,85(12,5)	15(11,9)	0,523
OLS-Pre		20(6,7)	15,25(10,7)	12,50(10,2)	0,192
FR		36,40(8,3)	35,35(9)	34,90(16,9)	0,335
MSL-NPre		117(32,4)	109,65(35,5)	113(29,8)	0,521
MSL-Pre		119(29,5)	111(25,7)	110(35,3)	0,782

Nota. (*) $p \leq 0,05$.

Discussão

O objetivo principal desta investigação foi avaliar o equilíbrio em participantes NV e DV, fazendo a comparação entre participantes Pra e NPra presentes em cada grupo, durante a execução de diferentes testes de avaliação.

Têm surgido vários estudos que referem que os dados antropométricos (peso, o IMC e o género) parecem afetar o equilíbrio (Kejonen, Kauranen e Vanharanta, 2003; Greve et al., 2013).

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas quando comparados os parâmetros do peso ($p=0,093$), altura ($p=0,068$) e IMC ($p=0,223$) entre NV e o grupo com DV, sugerindo a homogeneidade da amostra nesses três parâmetros.

Contudo, a idade apresentou diferenças significativas entre os grupos em estudo ($p=0,030$), mais especificamente entre os participantes NV-NPra e os participantes com DV-NPra ($p=0,029$).

A idade e o estímulo visual, são dois fatores com indiscutível relação com o equilíbrio (Seidler, 2006; Seidler et al., 2010; Huang e Brown, 2013). Assim sendo, surgiu a necessidade de criar a tabela 8, que permite fazer a comparação entre os parâmetros de todos os testes aplicados entre os grupos formados a partir da idade. Pela análise da mesma, não foi encontrada qualquer relação estatisticamente significativa entre o fator idade e os parâmetros de cada um dos testes aplicados, sugerindo a ausência de influência etária nos dados recolhidos relativos ao equilíbrio.

No presente estudo, procurou-se perceber como é que as oscilações do COG variavam num eixo tridimensional entre o grupo de NV e o grupo com DV. Dentro deste raciocínio, Schwesig et al. (2011) também realizaram a comparação entre 50 pessoas NV e 50 pessoas com DV, com o objetivo de investigar o efeito do sistema visual no equilíbrio estático. Com acesso à posturografia, concluíram que as oscilações corporais são piores no grupo com DV.

Outros estudos também defendem que perante situações de natureza estática, a visão não é o fator principal para manter o equilíbrio. Slavoljub et al. (2015), concluíram que o equilíbrio em apoio unipodal era significativamente afetado em participantes com DV, mas o mesmo não era observável quando os participantes eram avaliados em apoio bipodal.

Neste sentido, a tabela 4 do presente estudo parece corroborar com os dados da bibliografia apresentada. Os participantes com DV não apresentaram diferenças significativas comparativamente ao grupo de NV nos testes em que era possível manter apoio bipodal no solo (BiSolo, BiColchão, Tandem-Pre e Tandem-NPre), mas foram significativamente diferentes nos testes em apoio unipodal (OLS-Pre e OLS-NPre).

Nakata e Yabe (2001) e Ozdemir, Pourmoghaddam e Paloski (2013) verificaram que participantes com DV, geravam ajustes posturais mais rapidamente em resposta às oscilações provocadas e que a acuidade proprioceptiva era significativamente superior.

Na tabela 2 e 4, foram registadas diferenças consistentes e significativas quando comparados os valores do tempo no OLS-NPre e OLS-Pre, sendo que os participantes NV foram os que permanecem mais tempo na posição unipodal. Na comparação entre os 4 grupos, também se observaram diferenças significativas no OLS-NPre e no OLS-Pre, mas sempre evidenciando melhores resultados nos grupos de NV.

O OLS, tal como referido no presente estudo, é considerado um teste de avaliação para o equilíbrio estático e é um instrumento válido (Bohannon, 2006) e útil para avaliar diversas variáveis (independência, marcha e risco de queda). No estudo de Springer et al. (2007), foi avaliado o tempo de execução do OLS (com as variantes de olhos abertos e fechados), concluindo que a ausência de estímulo visual afetou os valores do teste, sendo que a condição de olhos fechados diminuiu significativamente o tempo de teste, mostrando também forte relação com este parâmetro. Estes dados parecem corroborar o presente estudo.

A população com DV é efetivamente menos ativa em relação à população NV (Campbell e Crews, 2001; Sadowska e Krzepota, 2015) e existe uma relação diretamente proporcional entre o grau de severidade da DV e a menor probabilidade desta população acreditar nos benefícios do exercício. Estes dados traduzem-se numa população com DV com níveis de funcionalidade e de bem-estar reduzidos (Salive et al., 1994; Chia et al., 2004).

Na revisão sistemática de Gleeson, Sherrington e Keay (2014), que teve por objetivo estudar os efeitos da atividade física na função física de idosos com DV, concluíram que um protocolo de exercícios com componentes de equilíbrio, melhora significativamente a função física em participantes com DV.

Neste estudo, a comparação entre Pra e NPra (tabela 6), apenas revelou diferenças significativas nas componentes AP ($p=0,029$) e ML do BiColchão ($p=0,027$) e com valores de RMS mais elevados para o grupo de Pra. Na tabela 2, o grupo de NV também mostra valores significativamente diferentes na componente ML ($p=0,047$) do BiSolo e nas componentes AP ($p=0,031$) e ML ($p=0,039$) do BiColchão, com valores de RMS superiores no grupo de Pra. Numa primeira análise, os dados não são coerentes com o que a bibliografia referida defende, sobre os benefícios da atividade física no equilíbrio de participantes com DV.

Uma possível explicação para estes dados, poderá ser a diferença no total de horas semanais de prática de atividade física entre participantes NV e DV, sendo uma

justificação plausível para a falta de diferenças entre o grupo de Pra e NPra no presente estudo.

Noutra perspetiva, a tabela 2 apresenta um valor de significância que é relevante para esta análise em específico. Na comparação do RMS entre os 4 grupos, a componente ML do teste Tandem-NPre é significativamente mais instável ($p=0,048$), o que na comparação par a par, foi possível identificar que existem diferenças significativas entre os grupo NV-NPra e DV-NPra ($p=0,021$), mas o mesmo não acontece entre os grupos NV-Pra e DV-Pra. Estes dados são relevantes, dado que participantes com DV que pratiquem atividade física, têm a componente ML significativamente mais estável quando comparados a participantes com DV sedentários. (Aydoğ, Aydoğ, Cakci e Do, 2006).

No presente estudo, como só existem diferenças significativas na componente ML no grupo de NPra (com o valor de RMS mais elevado no grupo de DV), é possível afirmar que o grupo com DV-Pra acaba por apresentar vantagens associadas à prática de atividade desportiva, dado a importância desta componente no equilíbrio.

Relativamente às componentes dinâmicas, dois autores (Schmid et al., 2007; Tomomitsu et al., 2013) comprovaram que o feedback visual é indiscutivelmente importante para o equilíbrio e que a visão desempenha um papel ainda mais relevante no que diz respeito a tarefas dinâmicas. Em ambos os estudos foram realizadas as comparações entre participantes NV e participantes com DV em situações estáticas e dinâmicas, concluindo que as principais diferenças não estavam nos testes estáticos mas sim nos testes dinâmicos, onde os participantes com DV foram significativamente mais instáveis.

Os resultados do presente estudo corroboram os estudos existentes, pois as diferenças significativas encontradas nas comparações entre os participantes NV e com DV sugerem níveis superiores de equilíbrio nos NV nos testes de avaliação do equilíbrio dinâmico, mais especificamente no FR.

Especificamente no MSL, a tabela 7 faz a comparação dos testes dinâmicos entre Pra e NPra e é possível analisar que o FR não difere entre grupos, mas o MSL-NPre ($p=0,003$) e no MSL-Pre ($p=0,011$) apresentam diferenças significativas. O mesmo é observável na tabela 3, no MSL-NPre entre os grupos NV-NPra e NV-Pra ($p=0,010$) e entre os grupos com DV-NPra e NV-Pra ($p=0,046$) e no MSL-Pre entre os grupos NV-Pra e com DV-NPra ($p=0,009$) e entre os grupos NV-NPra e NV-Pra ($p=0,027$). Todos estes dados apresentam vantagens para o grupo de praticantes e a análise deste estudo sugere que a passada pode ser condicionada positivamente pela prática de atividade desportiva, o que foi demonstrado por Da Silva et al. (2018), que expuseram as capacidades benéficas da atividade desportiva nos aspetos funcionais da marcha, tais como a passada. Os dados deste estudo também parecem ir de

encontro ao estudo de Larsson e Frändin (2006), que referiu melhorias significativas no MSL após um protocolo de exercícios para melhorar o equilíbrio.

Portanto, em sintonia com a bibliografia referida, em termos dinâmicos, os participantes NV têm claramente melhores resultados quando comparados a participantes com DV, o que realça a importância do sistema visual nos ajustes durante o movimento voluntário (Uchiyama e Demura, 2009).

Ao analisar os RMS dos testes aplicados, verificou-se que para o grupo com DV, os testes BiSolo, BiColchão, Tandem-NPre e Tandem-Pre foram pouco desafiantes, dado que os resultados foram semelhantes entre participantes NV e com DV. Por outro lado, os testes OLS-NPre e OLS-Pre foram mais desafiantes nos participantes com DV, sugerindo a sua utilidade para avaliar o equilíbrio estático dentro da população com DV.

Esta análise vai ao encontro aos resultados do estudo de Federolf, Roos e Nigg (2013) e Sheehan et al. (2014), que também utilizaram testes em apoio bipodal, unipodal e o *tandem test*, formulando a hipótese de que existe um grau de dificuldade associado à complexidade da tarefa motora em questão. Estabelecendo uma progressão, a dificuldade de execução dos testes aplicados do mais fácil para o mais desafiante, seria: apoio bipodal, os *tandem test* e os testes em apoio unipodal.

Os testes dinâmicos entre o grupo com DV e NV, apenas obtiveram diferenças significativas no FR. Contudo, mesmo sem valores significativos, os três testes dinâmicos tiveram melhores resultados no grupo de NV, destacando o desafio para a população com DV. Assim, é sugerido que o FR, MSL-NPre, MSL-Pre, OLS-Pre e OLS-NPre são testes relevantes para avaliação do equilíbrio estático e dinâmico em participantes com DV.

Limitações

Podem ser apontadas algumas limitações neste estudo. O tamanho amostral não é elevado, no entanto, o processo de recrutamento de participantes com DV revelou-se difícil. Apesar do recrutamento ter sido efetuado dentro das mesmas modalidades desportivas, não foi possível recrutar participantes suficientes para fazer uma comparação, tendo por base cada uma das modalidades.

Outra limitação prende-se com o facto de termos selecionado testes de avaliação estáticos e dinâmicos quantificados de forma diferente, o que não permitiu fazer a comparação entre eles. O processo de análise de dados de variação do COG teve por base a somação das oscilações, que inviabilizava a utilização desta metodologia, por exemplo, no OLS uma vez que períodos de tempo inferiores em apoio unipodal iriam estar associados a valores inferiores de RMS e, no entanto, são sinónimos de pior equilíbrio.

Dado que não foi recolhida informação sobre a intensidade das respetivas atividades físicas e que as horas semanais estão no limite inferior estabelecido, é possível que constituam justificação plausível para a falta de diferenças entre o grupo de Pra e NPra no presente estudo.

Conclusões

Em conclusão, os testes estáticos apresentaram valores semelhantes entre participantes NV e DV. O mesmo aconteceu na comparação entre Pra e NPra, com a exceção das componentes AP e ML do BiColchão. Em específico, o OLS-NPre e OLS-Pre foram os únicos testes de natureza estática que foram significativamente afetados nos participantes com DV, sendo que tiveram sempre piores resultados. O desempenho nos testes dinâmicos foi tendencialmente superior no grupo de NV, com diferenças significativas no FR. A prática de atividade desportiva mostrou ser vantajosa na obtenção de melhor equilíbrio dinâmico, mais especificamente nos testes MSL-NPre e no MSL-Pre.

Estudos futuros, de boa base metodológica, deverão testar o efeito de tais programas em participantes com DV, recorrendo a formas de avaliação de equilíbrio que sejam adequados para esta população e que permitam a comparação do desempenho entre os testes estáticos e dinâmicos. Também deverão realizar uma análise mais profunda sobre os benefícios de diferentes práticas de modalidades desportivas, assim como valores referentes a intensidade, frequência e duração. Importante realizar este tipo de análises com uma amostra mais significativa.

Referências

- 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. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552011005000027>
- Aydoğ, E., Aydoğ, S., Cakci, A. e Doral, M. (2006). Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. *International journal of sports medicine*, 27(05), 415-418. doi: [10.1055/s-2005-865777](https://doi.org/10.1055/s-2005-865777)
- Baston, C., Mancini, M., Schoneburg, B., Horak, F. e Rocchi, L. (2014). Postural strategies assessed with inertial sensors in healthy and parkinsonian subjects. *Gait & posture*, 40(1), 70-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.02.012>
- Bohannon, R. W. (2006). Single limb stance times: a descriptive meta-analysis of data from individuals at least 60 years of age. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 22(1), 70-77. https://journals.lww.com/topicsingeriatricrehabilitation/Abstract/2006/01000/Single_Limb_Stance_Times_A_Descriptive.10.aspx

- Bourne, R. R., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., Keeffe, J., Kempen, J. H., Leasher, J. e Limburg, H. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888-e897. doi: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0)
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., La Grow, S. J., Kerse, N. M., Sanderson, G. F., Jacobs, R. J., Sharp, D. M. e Hale, L. A. (2005). Randomised controlled trial of prevention of falls in people aged > or =75 with severe visual impairment: the VIP trial. *BMJ*, 331(7520), 817. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.38601.447731.55>
- Campbell, V. e Crews, J. (2001). Health conditions, activity limitations, and participation restrictions among older people with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness (JVIB)*, 95(08). doi: <https://doi.org/10.1177/0145482X0109500802>
- Chen, E. W., Fu, A. S., Chan, K. e Tsang, W. W. (2012a). Balance control in very old adults with and without visual impairment. *European journal of applied physiology*, 112(5), 1631-1636. doi: [10.1007/s00421-011-2139-1](https://doi.org/10.1007/s00421-011-2139-1)
- Cheung, K. K., Au, K. Y., Lam, W. W. e Jones, A. Y. (2008). Effects of a structured exercise programme on functional balance in visually impaired elderly living in a residential setting. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 26(1), 45-50. doi: [https://doi.org/10.1016/S1013-7025\(09\)70007-7](https://doi.org/10.1016/S1013-7025(09)70007-7)
- Chia, E.-M., Wang, J. J., Rochtchina, E., Smith, W., Cumming, R. R. e Mitchell, P. (2004). Impact of bilateral visual impairment on health-related quality of life: the Blue Mountains Eye Study. *Investigative ophthalmology & visual science*, 45(1), 71-76. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.03-0661>
- Cho, B. I., Scarpace, D. e Alexander, N. B. (2004). Tests of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance-impaired older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1168-1173. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52317.x>
- da Silva, E. S., Fischer, G., da Rosa, R. G., Schons, P., Teixeira, L. B. T., Hoogkamer, W. e Peyré-Tartaruga, L. A. (2018). Gait and functionality of individuals with visual impairment who participate in sports. *Gait & Posture*, 62, 355-358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.049>
- Fransson, P.-A., Gomez, S., Patel, M. e Johansson, L. (2007). Changes in multi-segmented body movements and EMG activity while standing on firm and foam support surfaces. *European journal of applied physiology*, 101(1), 81-89. doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0476-x>
- Fricke, T. R., Tahhan, N., Resnikoff, S., Papas, E., Burnett, A., Ho, S. M., ... & Naidoo, K. S. (2018). Global prevalence of presbyopia and vision impairment from uncorrected presbyopia: systematic review, meta-analysis, and modelling. *Ophthalmology*, 125(10), 1492-1499. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.04.013>
- Friedrich, M., Grein, H.-J., Wicher, C., Schuetze, J., Mueller, A., Lauenroth, A., Hottenrott, K. e Schwesig, R. (2008). Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Experimental Brain Research*, 186(2), 305-314. doi: <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1233-4>
- 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. *J Physiother*, 60(3), 130-5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.010>
- 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. *Biomedical engineering online*, 12(83), 1-14. doi: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-12-83>
- Halleman, A., Ortibus, E., Meire, F. e Aerts, P. (2010). Low vision affects dynamic stability of gait. *Gait & posture*, 32(4), 547-551. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.018>
- Heebner, 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.12.009>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.09.008>
- Kejonen, P., Kauranen, K. e Vanharanta, H. (2003). The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(1), 17-22. doi: <https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50058>
- Kovacs, E., Tóth, K., Dénes, L., Valasek, T., Hazafi, K., Molnár, G. e Fehér-Kiss, A. (2012). Effects of exercise programs on balance in older women with age-related visual problems: a pilot study. *Archives of gerontology and geriatrics*, 55(2),

- 446-452. doi: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.01.009>
- Larsson, L. e Frändin, K. (2006). Body awareness and dance-based training for persons with acquired blindness—effects on balance and gait speed. *Visual impairment research*, 8(1-2), 25-40. doi: <https://doi.org/10.1080/13882350600964667>
- Merchán-Baeza, J. A., González-Sánchez, M. e Cuesta-Vargas, A. I. (2015). Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. *Biomedical engineering online*, 14(1), 49-64. doi: <https://doi.org/10.1186/s12938-015-0047-z>
- Nakata, H. e Yabe, K. (2001). Automatic postural response systems in individuals with congenital total blindness. *Gait & posture*, 14(1), 36-43. doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(00\)00100-4](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(00)00100-4)
- Nascimento, L. C. G. d., Patrizzi, L. J. e Oliveira, C. (2012). Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. *Fisioter mov*, 25(2), 325-31. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502012000200010>
- Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R. e Dupui, P. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of athletic training*, 41(2), 172. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02443227/>
- Perez-Cruzado, D., González-Sánchez, M. e Cuesta-Vargas, A. I. (2014). Parameterization and reliability of single-leg balance test assessed with inertial sensors in stroke survivors: a cross-sectional study. *Biomedical engineering online*, 13(1), 127. doi: <https://doi.org/10.1186/1475-925X-13-127>
- Porac, C. e Coren, S. (1981). *Lateral preferences and human behavior* 181-191. doi: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1>
- 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. doi: [10.1515/hukin-2015-0096](https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0096)
- Sadowska, D. e Krzepota, J. (2015). Assessment of physical activity of people with visual impairments and individuals who are sighted using the international physical activity questionnaire and actigraph. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 109(2), 119-129. doi: <https://doi.org/10.1177/0145482X1510900207>
- Salive, M. E., Guralnik, J., Glynn, R. J., Christen, W., Wallace, R. B. e Ostfeld, A. M. (1994). Association of visual impairment with mobility and physical function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(3), 287-292. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1994.tb01753.x>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1093/brain/awm157>
- Schwesig, R., Goldich, Y., Hahn, A., Müller, A., Kohen-Raz, R., Kluttig, A. e Morad, Y. (2011). Postural control in subjects with visual impairment. *European journal of ophthalmology*, 21(3), 303-309. doi: <https://doi.org/10.5301/EJO.2010.5504>
- Seidler, R. D. (2006). Differential effects of age on sequence learning and sensorimotor adaptation. *Brain research bulletin*, 70(4-6), 337-346. doi: <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2006.06.008>
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., Gwin, J. T., Kwak, Y. e Lipps, D. B. (2010). Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(5), 721-733. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.10.005>
- Slavoljub, U., Goran, Z., Radmila, K., Saša, P., Zoran, M., Bojan, J. e Marko, A. (2015). Comparison of the static balance of children with and without visual impairment. *Research in Physical Education, Sport & Health*, 4(2).
- Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H. e Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of geriatric physical therapy*, 30(1), 8-15. doi: [10.1519/00139143-200704000-00003](https://doi.org/10.1519/00139143-200704000-00003)
- 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. doi: [https://doi.org/10.6061/clinics/2013\(04\)13](https://doi.org/10.6061/clinics/2013(04)13)
- Uchiyama, M. e Demura, S. (2009). The role of eye movement in upright postural control. *Sport Sciences for Health*, 5(1), 21-27. doi: <https://doi.org/10.1007/s11332-009-0072-z>
- Waninge, A., Van Wijck, R., Steenbergen, B. e Van der Schans, C. (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. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01358.x>

Anexos

Anexo A- Consentimento Informado

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

*Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial
(Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)*

Avaliação do equilíbrio em indivíduos com deficiência visual e normovisuais, praticantes e não praticantes de atividades desportivas

Eu, abaixo-assinado, (nome completo do doente ou voluntário são _____, compreendi a

explicação que me foi fornecida acerca da minha participação na investigação que se tenciona realizar, bem como do estudo em que serei incluído. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias e de todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os objetivos e os métodos e, se ocorrer uma situação de prática clínica, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a minha participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo pessoal.

Por isso, consinto que me seja aplicado o método ou o tratamento, se for caso disso, propostos pelo investigador.

Data: ____/_____/201__

Assinatura do doente ou voluntário são: _____

O Investigador responsável:

Nome:

Assinatura:

Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa