



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA
PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Avaliação da estabilidade postural durante a realização de
exercícios de equilíbrio com diferentes níveis de dificuldade**

Hugo Filipe Carrelha Soares
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
27429@ufp.edu.pt

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

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

Porto, Julho de 2016

Resumo

Objetivos: Neste sentido, constituem objetivos do presente estudo: avaliar a estabilidade postural de adultos jovens, durante a realização de exercícios de equilíbrio, em apoio bipodal com olhos abertos e fechados e em apoio unipodal com alternância de membros inferiores, realizados com diferentes níveis de estabilidade, nomeadamente no solo, tábua retangular no sentido antero-posterior e médio-lateral e tábua redonda – comumente utilizados durante o treino de equilíbrio em fisioterapia, assim como comparar a estabilidade postural entre indivíduos do sexo feminino e masculino. **Metodos:** A amostra selecionada foi constituída por 31 participantes (15 do sexo feminino e 16 do sexo masculino), com idades compreendidas entre os 20 e os 27 anos ($22,67 \pm 1,75$). Foi colocado a cada participante um sensor inercial na região lombar a nível de L5-S1 para avaliação da aceleração nas direções antero-posterior, médio-lateral e vertical durante a execução das 12 condições de teste. As tarefas equilíbrio foram realizadas no solo e sobre 3 plataformas instáveis e foram: apoio bipodal e unipodal, com olhos abertos e olhos fechados, sendo que a oclusão visual em apoio unipodal só foi realizada no solo. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas na realização de exercícios, entre generos sendo que essas diferenças foram mais notórias nos exercícios efetuados no solo e sobre a tábua antero-posterior em todos os exercícios. **Conclusão:** Após análise e discussão dos resultados deste estudo, podemos concluir que existem diferenças significativas na estabilidade postural entre sexos, e que a execução dos exercícios estudados em plataformas instáveis aumenta o grau de instabilidade postural da amostra em estudo.

Palavras-Chave: Equilíbrio estático ; Sensor inercial ; Plataforma instavel ; Controlo Postural

Abstract

Objective: In this sense, constitute the study objectives: to evaluate the postural stability of young adults, while performing balance exercises in support bipedal with open and closed eyes and one foot with alternating legs, performed with different levels of stability, particularly on the ground, rectangular board in the anterior to posterior and medial-lateral and round board - commonly used for balance training in physiotherapy, as well as compare the postural stability between female and male subjects. **Methodology:** The selected sample was composed of 31 participants (15 female and 16 male) aged between 20 and 27 years (22.67 ± 1.75). An inertial sensor was placed in the lumbar region, at L5-S1 level, and the sensor alignment prior to each measurement was redefined. A set of 18 different tasks were made in three unstable platforms. The balance tasks were composed by the evaluation of bipedal and single leg support, with eyes open and closed, and the visual occlusion with single leg support was made exclusively in the ground. **Results:** Significant differences were found in performing exercises between genres and these differences were most notable in the exercises performed on the ground and on the anteroposterior board in all exercises. **Conclusion:** After analysis and discussion of the results of this study, we can conclude that there are significant differences in postural stability between sexes, and that the execution of the exercises studied in unstable platforms increases the degree of postural instability of the test sample.

Keywords: Static Balance; Inertial Sensor; Unstable Platforms; Postural Control

Introdução

O controlo postural pode ser definido como o processo motor resultante da relação de múltiplos processos estabelecidos entre o sistema nervoso central e o padrão de atividade muscular, processos esses que têm a função de controlar a relação entre a base de apoio e o centro de massa do corpo (Carvalho e Almeida, 2009).

Horak (2006), refere que o controlo postural compreende dois objetivos funcionais, a orientação postural e o equilíbrio. A orientação postural refere-se à manutenção ativa do alinhamento dos segmentos corporais em relação à gravidade, à superfície de apoio e a todo o meio envolvente (Horak, 2006). O equilíbrio pode ser entendido como o somatório das forças que atuam sobre o corpo, num determinado instante, permitindo ao corpo permanecer numa posição de repouso (equilíbrio estático), ou a realização de movimento sem perder a estabilidade (equilíbrio dinâmico), envolvendo desta forma a coordenação de inúmeras estratégias do foro sensório-motor, de forma a estabilizar o centro de massa do corpo projetado sobre sua base de apoio (Braga et al., 2012).

Ferreira et al (2011), sugerem ainda que o equilíbrio é mantido pelo sistema vestibular assim como pelo sistema visual e pelo sistema sensoriomotor, com recetores localizados nas articulações, músculos e tendões. O sistema vestibular tem um papel ativo no sistema nervoso central no controlo postural e possui funções sensoriais, dado que envia informações sobre a orientação da cabeça, em relação ao campo gravitacional terrestre, percebendo a variação de aceleração linear e rotacional da cabeça, aprimorando desta forma o processamento de informação sensorial acerca dos movimentos posturais (Mazzucato et al., 2009). O sistema visual constitui um suporte para a manutenção e orientação da posição ortostática. Os ajustes posturais elaborados, consciente ou inconscientemente, são possíveis através dos estímulos visuais. O sistema visual é também considerado uma referência primária da verticalidade para a manutenção das oscilações corporais dentro do limite de estabilidade. No entanto, não é essencial para o controlo postural uma vez que é possível manter o equilíbrio de olhos fechados (Ferreira et al., 2011). Os aumentos de oscilação postural evidenciam-se na ausência de visão, sendo que uma deficiência visual está diretamente relacionada com uma redução no controlo postural, constituindo-se um factor preponderante para quedas e lesões relacionadas (Tomomitsu et al., 2013). O sistema sensoriomotor tem a capacidade de reconhecer a localização espacial do corpo, aferindo acerca da postura, tal como acerca do movimento imposto às articulações, associado a alterações no equilíbrio. Este sistema engloba as sensações de posição e de movimento articular (Ferreira et al., 2011).

Godoi e Barela (2002), referem que o controlo postural envolve dois tipos de mecanismos de ajuste sendo eles de feedback (mecanismos de ajuste postural compensatório) e de feedforward (mecanismo de ajuste postural antecipatório). O mecanismo de feedforward, ou mecanismo de

ajuste postural antecipatório, é desencadeado antes da ocorrência de um distúrbio da postura ou equilíbrio, proveniente de movimentos do próprio indivíduo (Godoi e Barela, 2002). Este mecanismo atua através da estimulação da musculatura postural, previamente à ocorrência de uma perturbação do equilíbrio, minimizando os seus efeitos e conferindo estabilidade (Scariot et al., 2012). O mecanismo de feedback, ou mecanismo de ajuste postural compensatório, é desencadeado aquando da ocorrência de perturbações externas, inesperadas ou não. Este atua mediante os inputs provenientes dos sistemas sensoriais sobre a origem do distúrbio, de modo que seja desencadeada uma estimulação muscular adequada restaurando desta forma o equilíbrio (Scariot et al., 2012).

Dorneles et al. (2013), refere também que homens e mulheres apresentam diferenças em termos de equilíbrio, justificando este factor através das suas alterações morfológicas, nomeadamente variações antropométricas e dos segmentos corporais, com consequente alteração no posicionamento do centro de gravidade. Em termos teóricos o centro de gravidade será localizado mais em baixo nas mulheres uma vez que estas dispõem de ancas mais largas, e mais acima nos homens devido a largura dos ombros ser maior do que nas mulheres. Esta relação entre equilíbrio e género não tem sido muito explorada na literatura e requer maior atenção por parte dos investigadores.

O nível de estabilidade está portanto dependente de factores antropométricos como o peso, a altura do centro de gravidade, o tamanho da base de sustentação e à localização da linha de gravidade relativamente à base de apoio em questão (Dorneles et al., 2013 e Duarte et al., (2010)).

Moe-Nilsen e Helbostad (2002) e Hebner et al. (2015), afirmam que a medição das acelerações do tronco durante a execução de tarefas estáticas e dinâmicas constitui um métodos adequado para avaliar a estabilidade postural.

Neste sentido, constituem objetivos do presente estudo: avaliar a estabilidade postural de adultos jovens, durante a realização de exercícios de equilíbrio, em apoio bipodal com olhos abertos e fechados e em apoio unipodal com alternância de membros inferiores, realizados com diferentes níveis de estabilidade, nomeadamente no solo, tábua retangular no sentido antero-posterior e médio-lateral e tábua redonda – comumente utilizados durante o treino de equilíbrio em fisioterapia, assim como comparar a estabilidade postural entre indivíduos do sexo feminino e masculino.

Metodologia

Tipo de estudo: O presente estudo é de carácter experimental.

Participantes

Trinta e um participantes de ambos os sexos (16 do sexo masculino e 15 do sexo feminino), com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos (mediana de idades $22,00 \pm 1,00$ anos) e Índice de Massa Corporal médio ($22,63 \pm 4,03$ Kg/m²), integraram o presente estudo. A recolha de dados foi realizada no edifício das clínicas pedagógicas da Universidade Fernando Pessoa.

Constituíram critérios de inclusão serem estudantes da Universidade Fernando Pessoa, com idades compreendidas entre 18 e os 30 anos e sem historial de lesão passível de comprometer a capacidade de manutenção do equilíbrio e que não participem em atividades regulares de treino de equilíbrio, conforme sugerido por Ferreira et al. (2011) e Scariot et al. (2012).

Constituíram critérios de exclusão, ter lesão nos membros inferiores nas últimas 6 semanas (Mettler et al. 2015), presença de patologia músculo-esquelética, neurodegenerativa, infecciosa, vestibular e/ou visual (não compensada), conforme sugerido por Ferreira et al. (2011), e doenças cardíacas ou o uso de fármacos que afetem o equilíbrio estático ou dinâmico (van Schooten et al., 2011)

Instrumento de colheita de dados

Para a avaliação da estabilidade postural foi utilizado uma central inercial Xsens MTx (Xsens, Enschede, Holanda) conectada via wireless a uma estação que controla a receção sincronizada dos sensores a ela ligados e que transmite, via usb, essa informação a um computador para posterior análise. A central contém um acelerómetro 3D, um giroscópio, um barómetro e um magnetómetro, permitindo a avaliação cinemática do movimento humano (Guo et al., 2013).

Considerações Éticas

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa. Os participantes foram convidados a assinar um consentimento informado (Anexo I), e desta forma foram explicados todos os procedimentos e implicações no âmbito do estudo e esclarecidas todas as dúvidas que os participantes manifestaram. A todos os participantes foi garantida a confidencialidade dos dados, assim como a possibilidade de desistência a qualquer momento sem qualquer tipo de prejuízo pessoal.

Procedimento Experimental

Para a caracterização antropométrica, foi avaliado o peso dos indivíduos, utilizando uma balança analógica (Tanita), a estatura, através de um estadiómetro (Seca) e a partir destes valores foi calculado o índice de massa corporal (IMC), definido como a razão do peso corporal

total em quilogramas pela estatura expressa em metros elevado ao quadrado (Kg/m^2), para seleção do membro inferior dominante foram seguidas as recomendações de Porac et al., (1981), questionando os participantes sobre qual o membro preferido na realização de várias tarefas funcionais.

Para avaliar a estabilidade postural foi posicionado um sensor em cada participante, de acordo com os protocolos de Baston et al. (2014) e Perez-Cruzado et al. (2014), sendo este colocado a nível de L5-S1. Para análise da estabilidade postural foram utilizados os valores das acelerações, registados com uma frequência de 75 Hz, no sentido antero-posterior, médio-lateral e vertical. A partir destes valores foi calculado o *root mean square* dos dados da aceleração em cada uma das direções e o valor foi utilizado como medida de estabilidade postural, de acordo com o protocolo de Hebner et al. (2015). Os participantes foram posicionados em frente a uma parede, a 2 m de distância, e aquando da realização dos testes, na tarefa de olhos abertos, foi pedido que o seu ângulo visual fosse centrado numa marca colocada na parede a cerca de 1.7 m de altura do solo (Williams, Dorey, Clark, e Clark, 2015).

A estabilidade postural foi avaliada com os sujeitos em 4 situações distintas: no solo e sobre três superfícies instáveis (Tábua de Freeman redonda, Tabua de Freeman rectangular com direção antero-posterior e Tabua de Freeman com direção médio-lateral). Os participantes foram avaliados em apoio bipodal, com os olhos abertos e com os olhos fechados, e em apoio unipodal (dominante e não dominante) com olhos abertos. A ordem de apresentação de cada situação de teste foi de forma aleatória para minimizar possíveis vieses. A realização de cada tarefa teve a duração de 20 segundos (Hrysomallis et al., 2006) e com um período de repouso de 40 segundos entre repetições e condições de teste, estando os participantes autorizados a sentar durante o período de descanso.

Na realização das avaliações em apoio unipodal cada participante foi instruído a elevar a perna até cerca de 90° de flexão da coxa mantendo as mãos sobre as cristas ilíacas, e permanecer nessa mesma posição durante 20 segundos.

De forma a garantir a segurança dos intervenientes, um investigador esteve posicionado junto do participante de forma a prevenir eventuais quedas (Perez-Cruzado et al. 2014).

Análise Estatística

Para a realização da 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 amostral e das variáveis em estudo foi determinada a estatística descritiva, recorrendo-se à mediana e amplitude inter-quartil, visto que após a realização do teste de Shapiro-Wilk se verificou que a amostra não seguiu uma distribuição normal. Foram utilizados testes não-paramétricos para estudar a relação entre as variáveis em estudo. O teste *Mann-*

Whitney foi usado para comparar os valores de estabilidade postural entre sexos. O teste de *Friedman* foi utilizado para comparar a estabilidade postural entre condições de teste.

Resultados

Os valores da mediana referidos das tabelas abaixo, são valores do *Root Mean Square*, alusivos aos valores de acelerometria nas direções antero-posterior, médio-lateral e vertical, sendo que quanto maiores forem os valores maior foi a quantidade de oscilações – e consequentemente de instabilidade postural nas diferentes direções. Na tabela 1 podem ser observadas as características biológicas dos participantes.

Tabela 1. Caracterização da amostra relativamente à idade e características antropométricas da amostra e comparação entre géneros (teste de Mann-Whitney).

	Feminino n=15	Masculino n=16	<i>p</i>
Idade	22,93±2,12	22,43±1,36	0.800
Altura	1,64±,074	1,79±,061	0.005*
Peso	63,60±8,90	76,78±12,73	<0.001*
IMC	23,43±3,12	23,91±3,627	0.800

* $p \leq 0.05$

Como podemos constatar pela observação da tabela anterior a idade da amostra de sexo feminino é similar à do sexo masculino ($p = 0,800$). Nas características antropométricas (estatura e peso), os elementos do sexo masculino são significativamente mais altos ($p < 0,005$) e mais pesados ($p < 0,001$), quando comparados com os elementos do sexo feminino. Contudo, quando se analisa o IMC, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entres os dois sexos ($p = 0,800$).

Na tabela 2 pode ser observado o resultado da comparação da estabilidade postural na direção antero-posterior entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício.

Tabela 2. Comparação da estabilidade postural na direção antero-posterior entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício (teste de Friedman).

	Solo	Tábua Antero-Posterior	Tábua Médio-ateral	Tábua Redonda	<i>p</i>
BIOA	0.02±0.00	0.19±0.11	0.13±0.06	0.24±0.10	<0.01*
BIOF	0.02±0.00	0.28±0.11	0.18±0.07	0.26±0.09	<0.01*
UDOA	0.06±0.05	0.17±0.07	0.11±0.08	0.26±0.13	<0.01*
UNDOA	0.05±0.03	0.16±0.06	0.14±0.09	0.24±0.10	<0.01*
<i>p</i>	<0.01*	<0.01*	0.017*	0.054	

* $p \leq 0,05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA /

Pela análise da tabela 2, podemos averiguar de forma geral a existencia de diferenças significativas de instabilidade antero-posterior, em todos os exercícios, nas diferentes superfícies, sendo o solo a que apresenta menos oscilação. Contudo, essas mesmas diferenças não são consideráveis, nas tarefas realizadas na tábua redonda, quando comparados entre si.

Na tabela 3 pode ser observado o resultado da comparação da estabilidade postural na direção médio-lateral entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício.

Tabela 3. Comparação da estabilidade postural na direção médio-lateral entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício (teste de Friedman).

	Solo	Tábua Antero-Posterior	Tábua Médio-ateral	Tábua Redonda	p
BIOA	0.02±0.03	0.65±0.05	0.20±0.11	0.19±0.10	<0.01*
BIOF	0.02±0.00	0.09±0.06	0.23±0.14	0.21±0.13	<0.01*
UDOA	0.04±0.03	0.17±0.09	0.14±0.10	0.28±0.11	<0.01*
UNDOA	0.04±0.03	0.15±0.05	0.18±0.10	0.27±0.14	<0.01*
p	<0.01*	<0.01*	0.012*	<0.01*	

* $p \leq 0,05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA /

Segundo a tabela 3, podemos deduzir que os desvios medios laterais induzidos pelas tarefas descritas, foram significativos em todas as superfícies, sendo que novamente o solo apresenta valores de oscilação mais baixos.

Na tabela 4 pode ser observado o resultado da comparação da estabilidade postural na direção vertical entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício.

Tabela 4. Comparação da estabilidade postural na direção vertical entre exercícios em cada superfície e entre superfícies em cada exercício (teste de Friedman).

	Solo	Tábua Antero-Posterior	Tábua Médio-ateral	Tábua Redonda	p
BIOA	0.03±0.00	0.13±0.08	0.09±0.04	0.24±0.10	<0.01*
BIOF	0.03±0.00	0.22±0.12	0.11±0.06	0.25±0.13	<0.01*
UDOA	0.05±0.02	0.12±0.07	0.81±0.05	0.20±0.15	<0.01*
UNDOA	0.04±0.01	0.11±0.07	0.09±0.05	0.18±0.10	<0.01*
p	<0.01*	<0.01*	<0.01*	<0.01*	

* $p \leq 0,05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA

Após a análise da tabela 4, podemos observar que existem diferenças significativas entre variações e entre situações de instabilidade, sendo que novamente o solo apresenta valores de oscilação mais baixos.

As tabelas 5 e 6 apresentam o resultado das comparações par a par identificando especificamente entre que pares existem diferenças significativas nas comparações apresentadas nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 5. Resultados significativos da comparação par a par da estabilidade postural em cada condição de teste, entre as diferentes plataformas.

	AP	p	ML	p	V	p
BIOA	S/TML	<0.01*	S//TAP	0.02*	S/TML	<0.01*
	S/TAP	<0.01*	S/TR	<0.01*	S/TAP	<0.01*
	S/TR	<0.01*	S/TL	<0.01*	S/TR	<0.01*
	TML/TAP	0.05*	TAP/TR	<0.01*	TML/TR	<0.01*
	TML/TR	<0.01*	TAP/TML	<0.01*	TAP/TR	0.01
BIOF	AP	p	ML	p	V	p
	S/TML	0.01*	S/TAP	<0.01*	S//TML	0.01*
	S/TR	<0.01*	S/TML	<0.01*	S/TAP	<0.01*
	S/TAP	<0.01*	S/TR	<0.01*	S/TR	<0.01*
	TML/TR	<0.01*	TAP/TML	0.02*	TML/TAP	<0.01
UDOA	TML/TAP	<0.01*	TAP/TR	<0.01*	TML/TR	<0.01*
	AP	p	ML	p	V	p
	S/TAP	<0.01*	S/TML	<0.01*	S/TAP	<0.01*
	S/TR	<0.01*	S/TAP	<0.01*	S/TR	<0.01*
	TML/TR	<0.01*	S/TR	<0.01*	TML/TR	<0.01*
UNDOA			TML/TR	<0.01*	TAP/TR	<0.01*
			TAP/TR	0.03*		
	AP	p	ML	p	V	p
	S/TML	<0.01*	S/TAP	<0.01*	S/TML	<0.01*
	S/TAP	<0.01*	S/TML	<0.01*	S/TAP	<0.01*
		S/TR	<0.01*	S/TR	<0.01*	
		TML/TR	<0.01*	TML/TR	<0.01*	
		TAP/TR	0.01*	TAP/TR	<0.01*	

* $p \leq 0,05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA / AP- instabilidade antero-posterior / ML- instabilidade médio-lateral / V- instabilidade vertical

Pela análise da tabela 5, podemos observar que maioritariamente as diferenças significativas existentes são similares, em todos os exercícios, no entanto solo e a tábua redonda aparecem com maior frequência, o que indica a existencia de maior discrepancia de valores relativamente às outras plataformas.

Pela análise da tabela 6, podemos verificar que na tábua com oscilações antero-posteriores não existem diferenças significativas entre apoio bipodal com olhos abertos e fechados, exceto na tábua antero-posterior, e também não se verificam diferenças significativas nos exercícios realizados na tábua redonda e na tábua antero-posterior, revelando desta forma um grau de dificuldade similar. Podemos averiguar ainda que existem diferenças significativas nos níveis de

estabilidade na tábua antero-posterior nos exercícios quando comparados com o apoio bipodal com olhos fechados. No que concerne as oscilações médio-laterais não se evidenciam diferenças entre os apoios bipodálicos, e a tábua médio-lateral evidencia menos diferenças significativas entre os exercícios. Relativamente as oscilações verticais, é possível verificar a existência de mais diferenças significativas entre os exercícios quando estes são realizados no solo. De forma geral, podemos constatar que os exercidos realizados em apoio unipodal, com alternância de membros inferiores, apresentam um grau de dificuldade idêntico.

Tabela 6. Dados discriminados alusivos a comparação das mesmas tarefas na mesma plataforma, segundo o teste de friedman, apenas foram reportados valores com significância estatística.

Comparação de tarefas na mesma plataforma								
	AP	p	ML	p	V	p		
SOLO	BIOA/UNDOA	<0.01*	BIOA/UDOA	<0.01*	BIOF/UNDOA	<0.01*		
	BIOA/UDOA	<0.01*	BIOA//UNDOA	<0.01*	BIOF/UDOA	<0.01*		
	BIOF/UNDOA	<0.01*	BIOF/UDOA	<0.01*	BIOA/UDOA	<0.01*		
	BIOF/UDOA	<0.01*	BIOF/UNDOA	<0.01*	BIOF/UNDOA	<0.01*		
	BIOA/UNDOA	<0.01*	BIOA/UDOA	<0.01*				
TAP	AP	p	ML	p	V	p		
	UNDOA/BIOF	<0.01*	BIOA/UNDOA	<0.01*	UNDOA/BIOF	<0.01*		
	UDOA/BIOF	<0.01*	BIOA/UDOA	<0.01*	UDOA/BIOF	<0.01*		
	BIOA/BIOF	0.002*	BIOF/UNDOA	0.007*	BIOA/BIOF	<0.01*		
	BIOA/BIOF	0.019*	BIOF/UDOA	0.003*				
TML	AP	p	ML	p	V	p		
	UNDOA/BIOF	<0.01*	BIOA/UNDOA	<0.01*				
TR	UDOA/BIOF	0.010*	UDOA/BIOA	0.041*	UDOA/BIOF	0.002*		
			UDOA/BIOF	0.019*				
			ML	p			V	p
			BIOF/UNDOA	0.001*				
			BIOA//UDOA	<0.01*	UNDOA/BIOF	0.002*		
			BIOF/UDOA	0.007*				

* $p \leq 0,05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA / AP- instabilidade antero-posterior / ML- instabilidade médio-lateral / V- instabilidade vertical

Através da análise da tabela 7, podemos afirmar que existem diferenças significativas entre géneros. No solo verificam-se nas tarefas BOA e BOF, nas instabilidades antero-posterior e medio-lateral, e ainda das tarefas UDOA, nas instabilidades medio-lateral e vertical.

Na plataforma antero-posterior, estas diferenças verificam-se, nas tarefas BIOA e BIOF, nas instabilidades antero-posterior e medio-lateral, na tarefa de UDOA, nas três instabilidades e ainda na tarefa UNDOA, com instabilidade vertical.

Na plataforma médio-lateral estas diferenças verificam-se unicamente na tarefa UNDOA em ambas as direções. No entanto, no que concerne a a tábua redonda os valores entre registados entre generos são similares, não apresentando desta forma significância estatística.

Tabela 7. Comparação por géneros , das tarefas realizadas nos diferentes níveis de instabilidade , segundo o teste Mann- Whitney

		Instabilidade Antero- Posterior			Instabilidade Médio- Lateral			Instabilidade Vertical		
		M	F	p	M	F	p	M	F	p
Solo	BIOA	0,023±0.00	0,02±0.00	0.001*	0,02±0.01	0,02±0.02	0.000*	0,03±0.00	0,03±0.00	0.247
	BIOF	0,024±0.01	0,019±0.00	0.006*	0,02±0.01	0,02±0.00	0.002*	0,03±0.00	0,03±0.00	0.140
	UDOA	0,048±0.05	0,081±0.02	0.151	0,04±0.04	0,05±0.03	0.711	0,04±0.02	0,05±0.08	0.318
	UNDOA	0,064±0.04	0,053±0.02	0.072	0,05±0.02	0,04±0.02	0.019*	0,04±0.01	0,04±0.01	0.041*
Tábua Antero- Posterior	BIOA	0,27±0.17	0,19±0.12	0.021*	0,10±0.15	0,06±0.03	0.019*	0,14±0.10	0,10±0.05	0.216
	BIOF	0,31±0.23	0,25±0.13	0.188	0,11±0.06	0,09±0.05	0.247	0,24±0.15	0,21±0.11	0.446
	UDOA	0,20±0.09	0,16±0.06	0.041*	0,20±0.10	0,14±0.06	0.011*	0,14±0.10	0,10±0.03	0.019*
	UNDOA	0,18±0.07	0,15±0.07	0.264	0,16±0.11	0,14±0.05	0.401	0,14±0.07	0,10±0.06	0.049*
Tábua Médio-Lateral	BIOA	0,13±0.05	0,11±0.07	0.281	0,19±0.11	0,20±0.13	0.495	0,09±0.06	0,08±0.03	0.049*
	BIOF	0,19±0.06	0,15±0.08	0.060	0,21±0.10	0,25±0.23	0.423	0,12±0.05	0,10±0.05	0.110
	UDOA	0,11±0.08	0,11±0.06	0.470	0,16±0.15	0,13±0.10	0.216	0,09±0.06	0,07±0.05	0.129
	UNDOA	0,18±0.09	0,12±0.05	0.008*	0,21±0.12	0,13±0.08	0.008*	0,10±0.04	0,08±0.03	0.019*
Tábua Redonda	BIOA	0,24±0.11	0,23±0.09	0.318	0,20±0.11	0,18±0.09	0.495	0,21±0.13	0,25±0.07	0.470
	BIOF	0,27±0.12	0,25±0.08	0.216	0,21±0.15	0,21±0.12	0.800	0,23±0.13	0,25±0.13	0.740
	UDOA	0,26±0.11	0,26±0.26	0.545	0,28±0.16	0,28±0.08	0.654	0,21±0.11	0,20±0.16	0.984
	UNDOA	0,28±0.12	0,23±0.11	0.470	0,29±0.16	0,25±0.11	0.318	0,21±0.10	0,16±0.10	0.93

* $p \leq 0.05$ / **Legenda :** Bipodal Olhos Abertos- BIOA /Bipodal Olhos Fechados- BIOF/ Unipodal Dominante Olhos Abertos- UDOA / Unipodal Não Dominante Olhos Abertos-UNDOA / AP- instabilidade antero-posterior / ML- instabilidade médio-lateral / V- instabilidade vertical/ M-Sexo Masculino / F- Sexo Feminino

Discussão

O objectivo principal deste estudo foi avaliar a estabilidade postural de adultos jovens durante a realização de exercícios de equilíbrio associados a diferentes níveis de estabilidade comumente utilizados durante o treino de equilíbrio em fisioterapia, e averiguar se factores como, o sexo, a visão, ou a dominância de membros surtem impacto no equilíbrio estático.

Após análise dos resultados foi também possível constatar que existem diferenças significativas entre os valores de estabilidade postural entre participantes do sexo masculino e feminino. Essas diferenças foram mais notórias nos exercícios efetuados no solo e sobre a tábua AP apesar de também terem sido encontradas diferenças na tábua ML. A única superfície sobre a qual não foram encontradas diferenças significativas foi a tábua redonda. Apesar do tópico das diferenças entre géneros no que respeita ao equilíbrio não ter sido alvo de extensa investigação, foi possível identificar alguns estudos que suportam esta ideia. Torres, Cristina e Abreu (2014), defendem que em indivíduos sedentários, as mulheres apresentam maior estabilidade postural do que os homens durante exercícios com os olhos fechados. No entanto, estas diferenças não se verificaram quando os elementos de ambos os géneros eram activos fisicamente. Também Knight et al. (2016) não encontraram diferenças entre género nas variáveis de equilíbrio estático em atletas adolescentes de diferentes modalidades de atletismo.

Apesar de não termos encontrado diferenças significativas na idade e no IMC entre géneros, o que revela uma homogeneidade na amostra, uma análise mais cuidada revela que existem diferenças significativas para altura e peso entre elementos do sexo masculino e feminino. Torres, Cristina e Abreu (2014), relataram diferenças entre a altura de homens e mulheres, tendo sugerido que este fator possa estar relacionado com as diferenças encontradas na estabilidade postural. Também Alonso et al. (2012), descreveram que a altura é uma condicionante do controlo postural, o que nos leva a sugerir que também os nossos resultados possam estar relacionados com as diferenças nas variáveis antropométricas.

A avaliação do equilíbrio estático em superfícies instáveis requer um maior controlo motor ficando desta forma mais susceptíveis a variações antropométricas, do que em superfícies estáveis (Greve, et al 2007).

Tal como referido anteriormente, é possível dividir o controlo postural em dois mecanismos, mecanismo de ajuste antecipatório onde os ajustes posturais são feitos antes da sua deslocação, e o segundo é o modo de feedback, onde os ajustes posturais são feitos em resposta a perturbações (Deliagina, Zelenim et al, 2007). Cioncoloni et al. (2016), sugerem que quando ocorre uma perturbação na função do membro dominante, durante uma posição de equilíbrio, gera um deslocamento posterior do centro de massa, sendo que para um alinhamento da postural vertical ideal seria de esperar uma transladação anterior do centro de massa, ou seja, isto sugere que o membro dominante tem uma acção decisiva para o controlo do equilíbrio postural, seleccionando a estratégia postural antecipatória mais adequada, o que faz com que o membro não-dominante não desempenhe um papel compensatório tão ativo.

No presente estudo não foram encontradas diferenças significativas nos níveis de estabilidade postural entre membro inferior dominante e não dominante, em nenhuma das direções. Chapman et al. (1987), referem que a perna direita é a perna dominante em cerca de 90% da população. Nas pesquisas realizadas por Knight, et al (2016), em jovens praticantes de atletismo, é relatada a existência de diferenças na quantidade media de deslocamento do centro de massa em ambas as direções medial e lateral, com olhos abertos e olhos fechados, entre os membros dominante e não dominante. Concretamente, o membro inferior não-dominante apresenta valores mais elevados de deslocamento, o que indica maior instabilidade postural e, segundo os autores, maior probabilidade de lesão futura e decréscimo na função do membro em questão. Esta mesma ideia é reforçada por Vieira et al. (2014), constando os mesmos resultados nos seus estudos que incluíram adultos jovens e saudáveis, em que para o mesmo exercício apresentam menores valores de oscilação no membro inferior direito numa comparação bilateral, e acrescenta ainda que os resultados sugerem uma vantagem na manutenção do equilíbrio postural com preferência na perna direita numa posição ortostática estável, enquanto que as correcções posturais a grande escala alusivas a ajustes posturais parecem estar simetricamente controladas entre ambos os hemisférios corporais.

Foi possível observar que a ausência de visão leva a um aumento da oscilação postural nos participantes durante a tarefa realizada com duplo apoio em tábua retangular na direção AP e V, esta ideia é defendida por Aida et al. (2014), que revela que o estímulo visual é imprescindível na manutenção do equilíbrio e dos movimentos, isto é, a orientação espacial, visual e somatossensorial são factores que possibilitam uma postura mantida, no entanto o desequilíbrio é significativamente afectado principalmente pelo factor visão.

Estudos que relataram os efeitos da visão no controlo postural e fadiga muscular nos flexores plantares, revelaram que a visão pode causar deficiência postural relacionada com a fadiga desses mesmos músculos, o autor acrescenta ainda que na análise da oscilação postural durante uma postura de apoio unipodal, concluiu que sentidos visuais quando compensados comprometem o ajustamento da postura. Um déficite sensorial proprioceptivo aumenta o papel da visão, sendo transmitida informação sensorial proprioceptiva insuficiente necessária para o indivíduo permanecer em apoio unipodal (Kim et al., 2015).

Os dados do presente estudo também parecem corroborar o facto do principal grau de liberdade da articulação do tornozelo ser no plano sagital, em consequência ocorrem maiores oscilações para a frente e para trás do que para os lados (Cimadoro et al., 2013).

Foram ainda verificadas nos resultados, diferenças significativas, relativamente ao apoio bipodálico e unipodálico, Borreani et al., (2014), confirma esta ideia mostrando que nas pesquisas, que há uma maior ativação muscular, quando a base de apoio é reduzida de modo a estabilizar o corpo do indivíduo, referindo ainda, uma maior ativação muscular do Tibial anterior, na posição bípede com apoio unipodal do que com apoio bipodal.

No presente estudo, foi possível verificar ainda que a instabilidade postural era superior quando os exercícios eram realizados nas plataformas instáveis, tendo apresentado valores significativamente mais elevados. Estes resultados são corroborados por Ferreira et al (2011), que indica no seu estudo um aumento significativo na atividade muscular generalizada nas superfícies instáveis usadas em comparação ao solo, sendo o fenómeno mais evidente com a oclusão ocular. No entanto, os estudos que abordem este tipo de comparação são escassos.

Limitações do estudo

Constituem limitações do presente estudo o reduzido número de participantes e a sua circunscrição à comunidade da Universidade Fernando Pessoa e por este motivo a amostra não ser representativa da população saudável de jovens adultos.

Conclusão:

Após análise e discussão dos resultados deste estudo, podemos concluir que existem diferenças significativas na estabilidade postural entre indivíduos do sexo masculino e feminino e que a

execução dos exercícios estudados em plataformas instáveis aumenta o grau de instabilidade postural da amostra em estudo. Podemos ainda concluir que os exercícios estudados promovem diferentes graus de instabilidade, aumentando assim o desequilíbrio dos participantes quando expostos às situações em que as suas habilidades motoras são requisitadas. Perturbações externas ao equilíbrio em todas as direções (tábua redonda), geram uma instabilidade postural acrescida, provocando desta forma uma maior oscilação corporal. A tábua redonda poderá ser útil no treino de equilíbrio em pacientes com défices de equilíbrio, em fases de tratamento avançadas, sugerindo que este deva ser iniciado em terreno estável, contudo no que concerne a oscilações na direção antero-posterior não se evidenciam diferenças entre a tábua redonda e a tábua antero-posterior. Fatores como a diminuição da base de apoio e a oclusão visual por ordem crescente promovem um aumento dos desafios posturais. Desta forma, recomenda-se a realização de estudos futuros, que considerem uma amostra maior e preconizem a inclusão de indivíduos sintomáticos, de forma averiguar a eficácia deste treino em contexto patológico.

Referências bibliográficas

- Aida, B., Dhimitraq, P. S., Asc, A., & Vevečka, P. (2014). Effect of Vision and Orientation in Human Balance, 1(5), 336–341.
- Alonso, a C., Luna, N. M., Mochizuki, L., Barbieri, F., Santos, S., & Greve, J. M. (2012). The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 67(12), 1433–1441.
- Baston, C., Mancini, M., Schoneburg, B., Horak, F., & Rocchi, L. (2014). Postural strategies assessed with inertial sensors in healthy and parkinsonian subjects. *Gait & Posture*, 40(1), 70–75.
- Borreani, S., Calatayud, J., Martin, J., Colado, J. C., Tella, V., & Behm, D. (2014). Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. *Gait and Posture*, 39(1), 404–409.
- Braga, M., Nunes, G., Schutz, G., & Menezes, F. (2012). Treinamento sensório-motor com Nintendo Wii® e disco proprioceptivo: efeitos sobre o equilíbrio de mulheres jovens saudáveis. *Revista Brasileira de ...*, 20(3), 37–45.
- Carvalho, R. L., & Almeida, G. L. (2009). Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Revista Neurociencias*, 17(2), 156–160.
- Chapman, J., Chapman, L., & Allen, J. (1987). Chapman, Chapman, Allen, *Neuropsychologia.pdf*, (25), 579–584.

- Cimadoro, G., Paizis, C., Alberti, G., & Babault, N. (2013). Effects of different unstable supports on EMG activity and balance. *Neuroscience Letters*, 548, 228–232.
- Cioncoloni, D., Rosignoli, D., Feurra, M., Rossi, S., Bonifazi, M., Rossi, A., & Mazzocchio, R. (2016). Title Page Role of brain hemispheric dominance in anticipatory postural control strategies Role of brain hemispheric dominance in anticipatory postural control strategies. *Experimental Brain Research*, 1–25.
- Deliagina, T. G., Zelenin, P. V., Beloozerova, I. N., & Orlovsky, G. N. (2007). Nervous mechanisms controlling body posture. *Physiology and Behavior*, 92(1-2), 148–154.
- Dorneles, P. P., Pranke, G. I., & Mota, C. B. (2013). Comparação do equilíbrio postural entre adolescentes do sexo feminino e masculino. *Fisioterapia E Pesquisa*, 20(3), 210–214.
- Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia (São Carlos (São Paulo, Brazil))*, 14(3), 183–192.
- Ferreira, L. A., Pereira, W. M., Rossi, L. P., Kerpers, I. I., Rodrigues de Paula, A., & Oliveira, C. S. (2011). Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(4), 496–501.
- Godoi, D., & Barela, J. A. (2002). Mecanismos de ajustes posturais feedback e feedforward em idosos. *Revista Brasileira de Ciências Do Esporte*, 23(3), 9–22.
- Greve, J., Alonso, A., Bordini, A. C. P. G., & Camanho, G. L. (2007). Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 62(6), 717–720.
- Guo, Y., Zhao, G., Liu, Q., Mei, Z., Ivanov, K., & Wang, L. (2013). Balance and knee extensibility evaluation of hemiplegic gait using an inertial body sensor network. *BioMedical Engineering OnLine*, 12(1), 83.
- 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
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(Supplement 2), ii7–ii11.
- Hrysomallis, C., McLaughlin, P., & Goodman, C. (2006). Relationship between static

- and dynamic balance tests among elite Australian Footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 288–291.
- Kim, M.-K., Choi, J.-H., Gim, M.-A., Kim, Y.-H., & Yoo, K.-T. (2015). Effects of different types of exercise on muscle activity and balance control. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(6), 1875–81.
- Knight, A. C., Holmes, M. E., Chander, H., Kimble, A., & Stewart, J. T. (2016). Assessment of balance among adolescent track and field athletes. *Sports Biomechanics*, 3141(April), 1–11.
- Mazzucato, A., Paula, A., & Borges, O. (2009). Influência da reabilitação vestibular em indivíduos com desequilíbrio postural, 17(2), 183–188.
- Mettler, A., Chinn, L., Saliba, S. a., McKeon, P. O., & Hertel, J. (2015). Balance Training and Center-of-Pressure Location in Participants With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 50(4), 343–349.
- Moe-Nilssen, R. e Helbostad J.L. (2002). Trunk accelerometry as a measure of balance control during quiet standing. *Gait & Posture*, 16(1), 60-68.
- Perez-Cruzado, D., González-Sánchez, M., & 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, 127.
- Porac, C. e Coren, S. (1981). *Lateral Preferences and Human Behaviour*. New York. Springer-Verlag
- Scariot, V., Claudino, R., Santos, E. C. Dos, Rios, J. L., & Santos, M. J. Dos. (2012). Ajustes posturais antecipatórios e compensatórios ao pegar uma bola em condição de estabilidade e instabilidade postural. *Fisioterapia E Pesquisa*, 19, 228–235.
- Steib, S., Hentschke, C., Welsch, G., Pfeifer, K., & Zech, A. (2013). Effects of fatiguing treadmill running on sensorimotor control in athletes with and without functional ankle instability. *Clinical Biomechanics*, 28(7), 790–795.
- Tomomitsu, M. S. V, Alonso, A. C., Morimoto, E., Bobbio, T. G., & Greve, J. M. D. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, 04(13), 517–521.
- Torres, S. F., Cristina, D., & Abreu, C. De. (2014). Influence of gender and physical exercise on balance of healthy young adults, 27(MI), 399–406.

- van Schooten, K. S., Sloot, L. H., Bruijn, S. M., Kingma, H., Meijer, O. G., Pijnappels, M., & van Dieën, J. H. (2011). Sensitivity of trunk variability and stability measures to balance impairments induced by galvanic vestibular stimulation during gait. *Gait & Posture*, 33(4), 656–660.
- Vieira, O., Coelho, D. B., & Teixeira, L. A. (2014). Asymmetric balance control between legs for quiet but not for perturbed stance. *Experimental Brain Research*, 232(10), 3269–3276.
- Williams, J. M., Dorey, C., Clark, S., & Clark, C. (2015). The within-day and between-day reliability of using sacral accelerations to quantify balance performance. *Physical Therapy in Sport*, 2–7.

Anexo I

Declaração de 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)

Designação do Estudo (em português):

Avaliação da estabilidade postural durante a realização de exercícios de equilíbrio com diferentes níveis de dificuldade

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 objectivos 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: ____/____/20__

Assinatura do doente ou voluntário são: _____

O Investigador responsável:

Nome:

Assinatura:

Anexo II

Questionário para seleção da amostra

**Avaliação da estabilidade postural durante a realização de exercícios de equilíbrio
com diferentes níveis de dificuldade**



Questionário para seleção da amostra

Questionário nº__

Preencha este questionário com uma **cruz (X)**, no quadrado respetivo. Nas questões abertas, responda nas linhas disponíveis.

Dados Gerais:

Nome (primeiro e último): _____

Data de nascimento: ___ / ___ / ___

Profissão: _____

Actividade de ocupação de tempo livre: _____

Peso: ___ Altura: _____

1. Pratica alguma modalidade desportiva? Sim Não

2. É portador de alguma patologia cardíaca, neurodegenerativa, infecciosa, vestibular e/ou visual (não compensada)? Sim Não

3. Teve alguma lesão musculoesquelética nas últimas 6 semanas? Sim Não

4. Apresenta alguma lesão a nível:
 - 4.1. Dos membros inferiores? Sim Não

5. Está a fazer medicação, ou faz uso de farmacos que afetem a capacidade de andar ou ficar em Pé?
Sim Não

6. Existe alguma informação de revelo que entenda ser importante mencionar? Se sim, qual?

Obrigado pela sua colaboração

Anexo III

Questionário de preferência lateral

QUESTIONÁRIO DE PREFERÊNCIA LATERAL

Van Strien (2002)

MÃO	Esquerda	Direita	Qualquer delas
1- Qual das mãos usas para pegar no lápis quando desenhas?			
2- Qual das mãos usas para segurar a escova quando lavas os dentes?			
3- Qual das mãos usas para desenroscar a rolha de uma garrafa?			
4- Qual das mãos usas para lançar uma bola?			
5- Qual das mãos usas para dar as cartas de um baralho?			
6- Qual das mãos usas para pegar numa raquete de ténis?			
7- Qual das mãos usas para abrir a tampa de uma caixa?			
8- Qual das mãos usas para pegar numa colher quando comes sopa?			
9- Qual das mãos usas para safar com uma borracha?			
10- Qual das mãos usas para abrir uma porta com uma chave?			

PÉ	Esquerdo	Direito	Qualquer deles
1- Qual dos pés usas para saltar ao pé coxinho?			
2- Qual dos pés usas para chutar uma bola?			
3- Qual dos pés usas para fazer um desenho com o pé?			
4- Qual dos pés usas para subir para um plano superior?			
5- Qual dos pés usarias se tivesses que apanhar uma pedrinha com os dedos?			

Que mão usas para escrever? Direita Esquerda Qualquer delas

Fui forçado(a) a usar a mão direita para escrever

Muito obrigado pela tua colaboração!

Van Strien, J. W. – The Dutch Handedness Questionnaire [Em linha]: FSW, Department of Psychology, Erasmus University Rotterdam. Dezembro de 2002. [consult. 2 de Março de 2004]. Disponível em <https://ep.eur.nl/retrieve/1742/PSY011.pdf>.