

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DO PORTO
INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

Carlos Filipe Barbosa Crasto

RELAÇÃO ENTRE A UNIDADE DE BIOFEEDBACK DE PRESSÃO,
DESLOCAMENTO DO CENTRO DE PRESSÃO E ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA DURANTE O ACTIVE STRAIGHT LEG
RAISING EM INDIVÍDUOS COM E SEM DOR LOMBO-PÉLVICA

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia, realizada sob a orientação científica de Paulo Carvalho (Professor Adjunto da Área Técnico-Científica de Fisioterapia) e António Mesquita Montes (Assistente Convidado da Área Técnico-Científica de Fisioterapia).

Setembro, 2013

Relação entre a unidade de biofeedback de pressão, deslocamento do centro de pressão e atividade eletromiográfica durante o active straight leg raising em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica

CARLOS CRASTO¹
PAULO CARVALHO¹
ANTÓNIO MESQUITA MONTES¹

¹ESTSP – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto / Instituto Politécnico do Porto
ATCFT– Área Técnico-Científica da Fisioterapia

Resumo

Introdução: A unidade de biofeedback de pressão, em indivíduos com dor lombo-pélvica, é utilizada durante exercícios de estabilização segmentar, no entanto ainda carece de evidência científica.

Objetivo: Determinar a relação entre a unidade de biofeedback de pressão (UBFP), o deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral (COPml) e a atividade eletromiográfica abdominal durante o active straight leg raising (ASLR) em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica, bem como identificar diferenças entre os grupos.

Metodologia: Estudo transversal analítico em 18 estudantes universitários voluntários com dor lombo-pélvica crónica inespecífica (GCD) e em 20 sem dor (GSD). Durante o ASLR (desafio postural dinâmico) foram avaliadas as variações máxima e média da pressão (recorrendo à UBFP) e do deslocamento do COPml (através da plataforma de forças), bem como a atividade muscular abdominal, bilateralmente, com recurso à eletromiografia de superfície. Estatisticamente recorreu-se à correlação de *Spearman* e ao teste *Mann-Whitney U*, ambos com um nível de significância de 0,05.

Resultados: No GCD, ao contrário do GSD, não foi verificada uma relação entre a UBFP e a atividade do transverso abdominal/obliquo interno (TrA/OI) contra-lateral. Correlações moderadas, mas com sentidos opostos, foram evidenciadas em ambos os grupos, entre o deslocamento do COPml e a atividade do TrA/OI contra-lateral. Em ambos os grupos, a UBFP demonstrou estar fortemente correlacionada com o COPml. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nas variáveis avaliadas.

Conclusão: A UBFP, no GCD, não se apresentou relacionada com a atividade do TrA/OI. Contudo, demonstrou uma relação com o deslocamento do COPml, em ambos os grupos, sendo portanto um indicador de estabilidade do tronco e assim, uma ferramenta útil em ambiente clínico. No GCD observou-se que uma maior atividade muscular TrA/OI pressupõe maior deslocamento do COPml, sendo uma relação contrária à verificada no GSD, podendo ser um indicador da perda da sua ação tónica.

Palavras-chave: Dor lombo-pélvica crónica; Unidade de biofeedback de pressão; Active straight leg raising.

Abstract

Background: Pressure biofeedback unit, in subjects with low back pain, is used during segmental stabilization exercises, however scientific evidence is still lacking.

Objective: Determine the relationship between pressure biofeedback unit (UBFP), center of pressure medial-lateral displacement (COPml) and electromyographic activity of the abdominal muscles during the active straight leg raising (ASLR) in individuals with and without low back pain, as well as identify differences between groups.

Methods: Analytical cross-sectional study in 18 college students volunteers with chronic nonspecific low back pain (GCD) and 20 without pain (GSD). During the ASLR (dynamic postural challenge) were evaluated pressure (using the UBFP) and COPml displacement's mean and maximal variation, as well as bilateral abdominal muscles activity using surface electromyography. Statistically it were used Spearman correlations and Mann-Whitney U tests, both with a significance level of 0,05.

Results: Unlike GSD, in the GCD it was not found a relationship between UBFP and contra-lateral transversus abdominis/internal oblique (TrA/OI) muscle activity. Moderate correlations, but with opposite directions, were found in both groups between COPml displacement and contra-lateral TrA/OI activity. In both groups, UBFP showed to be strongly correlated with COPml. There were no significant differences between groups in the evaluated variables.

Conclusion: The UBFP, in GCD, did not appear to be related with TrA/OI activity. However, it was found a relationship with COPml displacement in both groups, thus being an indicator of trunk stability and so can be useful in the clinical environment. In GCD it was observed that a greater TrA/OI muscle activity implies a greater COPml displacement, being contrary to the relationship found in GSD, and could be an indicator of their loss of tonic action.

Key Words: Chronic low back pain; Pressure biofeedback unit; Active straight leg raising.

1 Introdução

Aproximadamente 9,2% da população mundial sofre de dor lombo-pélvica (Vos et al., 2012). Apesar de alguns casos serem atribuídos a determinadas patologias, cerca de 90% são de origem inespecífica (Haldeman et al., 2012).

A presença de dor lombo-pélvica está associada a problemas no controlo motor desta região, observando-se especificamente um atraso da ativação do músculo transverso abdominal, bem como uma perda da sua capacidade de contração tónica. Pensa-se que este músculo está intimamente relacionado com a estabilização inter-segmentar da coluna por tensão da fáscia toraco-lombar e aumento da pressão intra-abdominal (Hodges, 1999; Hodges & Richardson, 1996; Richardson, Hodges, & Hides, 2004). A ausência desta estabilização pode ser detetada clinicamente através do teste active straight leg raising (ASLR), sendo a incapacidade de controlar a rotação lombar, a transferência de carga médio lateral no sentido do membro a elevar e, por sua vez, o deslocamento do centro de pressão na mesma direção, indicadores de instabilidade (Liebenson, Karpowicz, Brown,

Howarth, & McGill, 2009; Mens, Vleeming, Snijders, Stam, & Ginai, 1999; O'Sullivan et al., 2002).

Como forma de reduzir a instabilidade da coluna lombar e, por conseguinte, dissipar o processo doloroso, a evidência aponta para exercícios de estabilização segmentar direcionados à ativação do músculo transverso abdominal, nomeadamente em decúbito dorsal (Macedo, Maher, Latimer, & McAuley, 2009; Richardson et al., 2004). Dada a dificuldade na perceção da contração isolada do transverso abdominal têm vindo a ser utilizadas estratégias de *biofeedback* recorrendo à eletromiografia e à ultrassonografia. Contudo, estas estratégias são de difícil aplicação em ambiente clínico, daí a introdução da unidade de biofeedback de pressão (UBFP). Este instrumento consiste numa bolsa de ar, não elástica, que colocada entre a superfície de apoio e a coluna lombar, permite detetar as flutuações de pressão inerentes aos movimentos nesse segmento (Grooms, Grindstaff, Croy, Hart, & Saliba, 2013; Richardson et al., 2004).

No entanto numa revisão sistemática realizada por Lima, Oliveira, Costa, e Laurentino (2011) foi revelada uma carência na evidência que suporta a capacidade da UBFP como indicador de atividade muscular do transverso abdominal. Atualmente existem apenas estudos, com algumas limitações metodológicas, que tentaram comprovar esta relação em decúbito ventral (Hodges, Richardson, & Jull, 1996; Lima et al., 2012). Recentemente, Grooms et al. (2013) testou esta relação com o transverso abdominal, com recurso à ultrassonografia, ao invés da eletromiografia (medida de ouro), em decúbito dorsal aquando da realização de uma manobra de contração seletiva do transverso abdominal (*drawing in*). Este estudo não observou, no entanto, uma relação entre a UBFP e o transverso abdominal, referindo a necessidade de uma tarefa mais exigente, durante uma atividade dinâmica, como é o caso do referido ASLR.

Assim o presente estudo tem como propósito analisar a relação entre a pressão da unidade de biofeedback de pressão, o deslocamento médio-lateral do centro de pressão e a atividade muscular dos abdominais, em especial o transverso abdominal, em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica. Analisar a influência da dor lombar nas variáveis descritas anteriormente foi estabelecido como objetivo secundário. Como hipótese de estudo definiu-se que quanto menor a variação de pressão detetada pela unidade de biofeedback de pressão, menor o deslocamento do centro de pressão no sentido medio-lateral e,

consequentemente, maior a atividade muscular do transverso abdominal e menor a dos músculos superficiais.

2 Material e Métodos

2.1 Amostra

O presente estudo transversal analítico foi realizado em 38 indivíduos que se voluntariaram a participar no estudo (amostragem por conveniência), dos quais 18 (14 do sexo feminino) pertenceram ao grupo com dor lombo-pélvica crónica inespecífica (GCD) e 20 (13 do sexo feminino) alocados ao grupo sem dor lombo-pélvica crónica inespecífica (GSD).

Os indivíduos pertenciam à população de estudantes universitários da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto (ESTSP), com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos. Para o GCD foram selecionados os indivíduos com presença de episódios recorrentes de dor lombo-pélvica por um período superior a 3 meses, enquanto para o GSD não poderiam ter experienciado nenhum episódio durante os últimos 3 meses. Para o GCD foi ainda estabelecido como critério de inclusão, apresentar um active straight leg raising (ASLR) positivo, ou seja, que ocorresse uma diminuição da dor/sensação de membro pesado aquando a compressão pélvica inerente ao teste (Beales, O'Sullivan, & Briffa, 2010).

Como critérios de exclusão, para ambos os grupos, foram considerados ter um índice de massa corporal (IMC) superior a 25; cirurgia lombar, abdominal ou ginecológica no último ano; herniação discal ou fratura vertebral; patologias do foro neurológico, e respiratório; gravidez ou pós parto (inferior a 6 meses), bem como qualquer condição que interferisse com a capacidade em realizar a recolha de dados (Beales et al., 2010; Lima et al., 2012; O'Sullivan et al., 2002).

Assim, tal como ilustrado no diagrama de constituição da amostra (Figura 1), de todos os alunos da ESTSP, apenas 59 se voluntariaram a responder ao questionário, dos quais 38 cumpriram os critérios de participação, sendo posteriormente divididos de acordo com a presença de dor lombo-pélvica nos 2 grupos referidos.

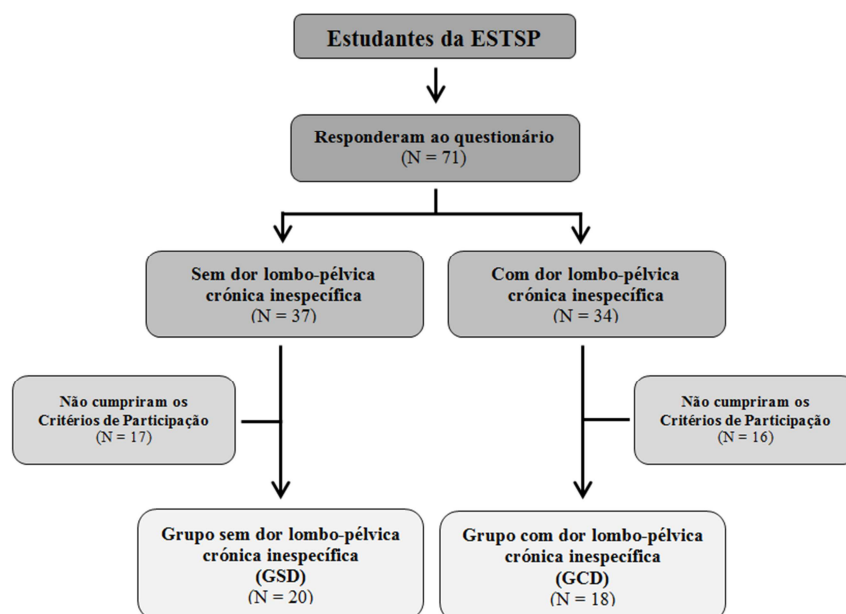


Figura 1 - Diagrama de constituição da amostra

2.2 Instrumentos

2.2.1 Caracterização da amostra

A seleção e a caracterização da amostra foram efetuadas através de um questionário eletrónico, que permitiu averiguar os critérios de participação do estudo e obter informações acerca dos dados sociodemográficos dos participantes. As medidas antropométricas, altura (m) e massa (kg), foram avaliadas através de um estadiómetro *seca*® 222 (*seca – Medical Scales and Measuring Systems*®, Birmingham, United Kingdom), com uma precisão de 1mm, e de uma balança *seca*® 760 (*seca – Medical Scales and Measuring Systems*®, Birmingham, United Kingdom), com uma precisão de 1kg, respetivamente.

2.2.2 Eletromiografia de superfície

A recolha do sinal eletromiográfico (EMG) foi realizada através de um eletromiógrafo portátil *bioPLUX research* (*PLUX*®, Covilhã, Portugal), com 6 canais analógicos de 12bit e frequência de amostragem de 1000Hz. Foi avaliada a atividade muscular dos músculos oblíquo externo (OE), reto abdominal (RA) e transverso abdominal/oblíquo interno (TrA/OI), de ambos os hemisférios. A utilização de eletromiografia de superfície para deteção de contrações musculares encontra-se bem documentada, sendo um método preciso e válido (Hermens et al., 1999). Foram utilizados elétrodos adesivos de gel *Dahlhausen Einmal-EKG-Elektroden, Typ 505, Solid-Gel (Fest-Gel), Kind* (*Dahlhausen*®,

Köln, Alemanha), de cloreto de prata e de superfície circular, com um raio de 1 cm. Os elétrodos foram adaptados aos sensores ativos bipolares *emgPLUX* (*PLUX*®, Covilhã, Portugal), com um ganho de 1000, uma banda passante de 25-500Hz e um *Common-mode rejection ratio* de 110dB. Os sensores foram ligados ao eletromiógrafo portátil com conexão via *bluetooth* a um computador portátil, recorrendo-se ao *software MonitorPLUX* (*PLUX*®, Covilhã, Portugal) versão 2.0, para recolha do sinal EMG. A impedância da pele foi verificada através de um impedómetro *Impedance Checker* (*Noraxon*®, Cologne, Alemanha).

2.2.3 Plataforma de forças

O deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral (COPml) da pélvis, referido por Liebson et al. (2009) como uma medida indireta de rotação lombar, foi avaliado através de uma plataforma de forças *Bertec FP4060-10*, com ligação a um amplificador *Bertec AM6300* (*Bertec Corporation*®, Columbus OH, EUA). A interface para recolha dos dados foi o *Biopac MP100WSW Data Acquisition System*, a uma frequência de amostragem de 100Hz, com o respetivo *software Acqknowledge* (*Biopac Systems, Inc.*®, Goleta CA, EUA) versão 3.9.

2.2.4 Unidade de Biofeedback de pressão

A unidade de *biofeedback* de pressão (UBFP), *Stabilizer* (*Chattanooga Group Inc*®, Hixson TN, EUA), foi adaptado e conectado a um dos dois canais adicionais do eletromiógrafo, que ao registar as variações de pressão no mesmo, e dado o local de colocação, permite aferir os movimentos da região lombo-pélvica.

Um cabo de sincronização permitiu a conexão entre os sistemas de aquisição *bioPLUX research* (eletromiografia de superfície e UBFP) e o *Biopac MP100WSW Data Acquisition System*.

2.3 Procedimentos

Inicialmente foi realizado um estudo piloto a 5 indivíduos com características semelhantes às da amostra (não pertencentes à mesma) com a finalidade de testar a metodologia de recolha dos dados, o que permitiu a sua otimização. Também o questionário de seleção e caracterização da amostra foi alvo de um estudo piloto aos mesmos indivíduos, não tendo sido necessário efetuar quaisquer alterações.

Os questionários foram entregues, via correio eletrônico, aos estudantes da ESTSP, tendo sido informados sobre o estudo e os objetivos do mesmo. Os indivíduos que pelo questionário cumpriam os critérios de participação foram de novo contactados por forma a marcar a recolha de dados, sendo que no caso dos indivíduos do sexo feminino, foram ainda questionados acerca da fase do ciclo menstrual na qual se encontram, de modo a não coincidir com a fase folicular.

A recolha de dados iniciou-se com a realização do teste ASLR sem e com compressão pélvica, em ambos os membros inferiores, com o objetivo de garantir o critério de inclusão do GCD.

Em seguida, também em decúbito dorsal, foi preparada a pele para a aplicação dos elétrodos adesivos, consistindo na remoção dos pelos com uma lâmina, seguido da abrasão com uma lixa de água (para a remoção da superfície morta da pele) e a limpeza com álcool isopropílico a 97%, permitindo assim reduzir a impedância da pele e garantir uma boa qualidade do sinal eletromiográfico. A impedância da pele, avaliada em seguida, teve de apresentar valores menores do que $5 \mu\Omega$, pelo que quando tal não ocorreu procedeu-se novamente à limpeza da pele (Hermens et al., 1999).

Após se ter garantido a impedância da pele, os elétrodos foram colocados numa configuração bipolar, com uma distância centro a centro de 2cm, paralelamente à orientação típica das fibras musculares. Os músculos e marcos anatómicos, que permitem estabelecer a posição apropriada dos elétrodos, foram determinados, respetivamente, através da contração isométrica do músculo e da palpação, segundo as recomendações descritas na bibliografia (Criswell, 2011; Hermens et al., 1999; Queiroz, Cagliari, Amorim, & Sacco, 2010). O elétrodo de referência, ou terra, foi colocado ao nível da clavícula. Todos os elétrodos foram primeiramente testados para controlar o sinal cruzado entre os diferentes grupos musculares, o ruído elétrico e as possíveis interferências do sinal EMG (Hermens et al., 1999).

Após a aplicação dos elétrodos, com o sujeito em decúbito dorsal com a pélvis sobre a plataforma de forças, foi colocada a UBFP sob a coluna lombar (acima das espinhas ilíacas postero-superiores), seguido da sua insuflação e distribuição do ar pelas 3 câmaras, até uma pressão de 40mmHg como observado na Figura 2 (Grooms et al., 2013).

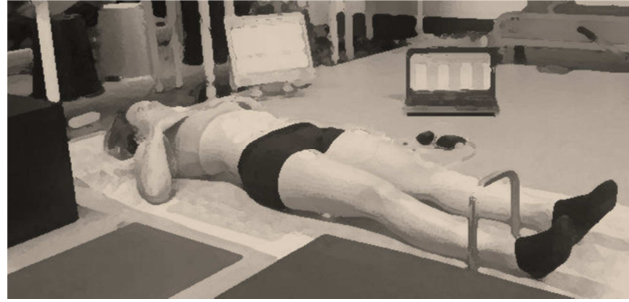


Figura 2 – Laboratório de recolha

Para a normalização da intensidade de ativação muscular foi pedida a realização de uma atividade submáxima que consistiu na elevação simultânea dos dois membros inferiores com extensão dos joelhos até um batente com 20cm de altura, seguido da manutenção da mesma por um período de 6s.

Para a recolha propriamente dita, à semelhança do teste ASLR, foi pedido uma elevação unilateral do membro inferior dominante, com o joelho estendido, até ao batente com 20cm de altura, mantendo também durante 6s. O membro dominante foi estabelecido como sendo aquele com que os indivíduos recorreram para chutar uma bola.

Foi dada a oportunidade a cada participante de experienciar os movimentos de teste, pelo que em seguida foram recolhidas três repetições, quer para a elevação bilateral (para a normalização da eletromiografia) quer para a elevação unilateral dos membros inferiores. O período de repouso entre as repetições foi igual ao da atividade (Hu et al., 2012).

Cada investigador executou sempre o mesmo papel durante a recolha dos dados evitando a introdução de viés.

2.4 Processamento dos dados

A sincronização, processamento e análise dos sinais analógicos/digitais da UBFP, da plataforma de forças e da eletromiografia de superfície, foram realizados com o *software Acqknowlegde*® versão 3.9.

Ao sinal da plataforma de forças foi aplicado um filtro digital *Infinite Impulse Response – Butterworth* de 2ª ordem de 7Hz (*low pass*), com o objetivo de remover o ruído elétrico e/ou do movimento de cabos (Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen, & Whittlesey, 2004).

Para o sinal eletromiográfico, após a conversão dos dados recolhidos através do *software Monitor PLUX*® versão 2.0 foram aplicados 2 filtros digitais *Infinite Impulse Response – Butterworth* de 2ª ordem, um de 30Hz (*high pass*) e um de 20 a 450 Hz (*band*

pass), para a remoção do sinal cardíaco e do ruído elétrico e/ou do movimento de cabos, respetivamente. Por último, foi realizado o *root mean square* (RMS), a 10 amostras (Drake & Callaghan, 2006; Robertson et al., 2004).

A análise dos dados foi realizada num intervalo de 3 segundos durante a fase isométrica de manutenção do membro inferior a 20cm do solo. Este período iniciou-se 3 segundos após a alteração do sinal da componente vertical da força de reação ao solo recolhida pela plataforma de forças, correspondendo assim a um período de estabilização desta mesma componente.

Para a análise da intensidade de ativação muscular foi retirada a média do RMS dos referidos 3 segundos da fase isométrica, seguida da normalização à média das três tentativas da atividade submáxima (média do RMS), sendo expressa em percentagem. Durante o mesmo período de tempo, foram analisadas as variações máxima (amplitude pico a pico) e média (desvio padrão), quer do sinal de pressão recolhido pela UBFP (em mmHG), quer do deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral (COPml) recolhido pela plataforma de forças. A variável do COPml correspondeu ao quociente entre o momento antero-posterior e a componente vertical da força de reação ao solo, sendo descrita em milímetros (Robertson et al., 2004). Foi realizada a média das 3 repetições para todas as variáveis.

3 Ética

O presente estudo foi aprovado Comissão de Ética da ESTSP e pelo diretor do CEMAH para a utilização das instalações e dos equipamentos.

Os participantes que integraram o estudo assinaram o consentimento informado segundo a Declaração de Helsínquia, sendo mantidos o anonimato (através de uma codificação numérica) e confidencialidade dos dados.

4 Estatística

A análise estatística foi realizada através do *software IBM SPSS Statistics*® versão 20.0, com um nível de significância de 0,05.

Para identificar correlações entre as variáveis medidas pelos 3 instrumentos utilizou-se o teste de correlação de Spearman. De modo a identificar diferenças entre os grupos com e sem dor lombo-pélvica foi utilizado o teste *Mann-Whitney U*. O uso das versões não

paramétricas dos testes inferenciais deveu-se ao facto de a maioria das variáveis não seguir a normalidade, que fora testada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Como estatística descritiva recorreu-se à mediana e respetivos percentis 25 e 75 (Marôco, 2010).

Foi considerada a existência de correlação linear fraca quando o coeficiente de correlação (r) se encontrou entre 0 e 0.3, moderada entre 0.3 e 0.6, forte entre 0.6 e 0.9 e muito forte se tomasse valores entre 0.9 e 1 (Callegari-Jacques, 2003).

5 Resultados

A amostra final de 20 elementos (13 do sexo feminino) para o grupo sem dor lombo-pélvica (GSD) e 18 (14 do sexo feminino) para o grupo com dor lombo-pélvica (GCD), não se apresentaram significativamente diferentes no que respeita à idade, massa, altura e IMC, e como tal apresentaram-se comparáveis (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização da amostra

GSD: Grupo sem dor / GCD: Grupo com dor / IMC: Índice de Massa Corporal / P₂₅: Percentil 25 / Md: Mediana / P₇₅: Percentil 75

		Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m ²)
GSD	P ₂₅	21,00	52,25	1,60	20,77
	Md	22,00	60,00	1,65	22,07
	P ₇₅	22,00	72,75	1,75	23,56
GCD	P ₂₅	21,00	53,75	1,58	20,15
	Md	21,00	60,00	1,63	21,88
	P ₇₅	22,00	63,25	1,70	22,88
Valor teste U		139,50	155,00	156,00	154,00
Valor p		0,219	0,473	0,491	0,460

Quando analisada a correlação entre os 3 instrumentos verificaram-se resultados diferentes no GSD e no GCD (Tabela 2).

Relativamente à Unidade de Biofeedback de pressão (UBFP), mais concretamente à variação máxima da pressão, observou-se significativamente, em ambos os grupos, uma correlação muito forte positiva com a respetiva variação média (GSD: $r_s=0,956$; $p<0,001$ / GCD: $r_s=0,943$; $p<0,001$). Foram ainda observadas correlações positivas, fortes para o GSD e moderadas para o GCD, desta variável com as variações máxima (GSD: $r_s=0,683$; $p=0,001$ / GCD: $r_s=0,531$; $p=0,023$) e média (GSD: $r_s=0,649$; $p=0,002$ / GCD: $r_s=0,526$;

p=0,025) do deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral (COPml). É ainda de salientar uma correlação forte negativa, apenas no GSD, com a percentagem de ativação do músculo transverso abdominal/obliquo interno contra-lateral ($r_s=-0,670$; p=0,001).

Quanto à variação média da pressão inerente à UBFP, apenas se verificaram correlações significativas no GSD, nomeadamente uma correlação forte positiva com as variações máxima ($r_s=0,647$; p=0,002) e média ($r_s=0,626$; p=0,003) do deslocamento do COPml, assim como uma correlação forte negativa com a percentagem de ativação do transverso abdominal/obliquo interno contra-lateral ($r_s=-0,660$; p=0,002). No GCD, apesar de não significativo, observou-se uma correlação moderada positiva com as variações máxima ($r_s=0,380$; p=0,120) e média ($r_s=0,382$; p=0,117) do COPml.

No que respeita à variação máxima do deslocamento do COPml, além das relações estabelecidas anteriormente com a UBFP, observou-se também, uma correlação muito forte positiva com a respetiva variação média, quer no GSD ($r_s=0,949$; p<0,001), quer no

Tabela 2 - Correlações entre os 3 instrumentos no GSD e no GCD

GSD: Grupo sem dor / GCD: Grupo com dor / COPml: deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral / UBFP: Unidade de biofeedback de pressão / CL: Contra-lateral / HL: Homo-lateral / OE: Obliquo Externo / RA: Reto abdominal / TrA/OI: Transverso abdominal/Obliquo interno

		Variação máxima				Variação média			
		COPml		UBFP		COPml		UBFP	
		GSD	GCD	GSD	GCD	GSD	GCD	GSD	GCD
Variação máxima	COPml	---	---						
	UBFP	0,683** (0,001)	0,531* (0,023)	---	---				
Variação média	COPml	0,949*** (<0,001)	0,979*** (<0,001)	0,649** (0,002)	0,526* (0,025)	---	---		
	UBFP	0,647** (0,002)	0,380 (0,120)	0,956*** (<0,001)	0,943*** (<0,001)	0,626** (0,003)	0,382 (0,117)	---	---
Atividade muscular	OE CL	0,078 (0,743)	0,124 (0,624)	-0,059 (0,806)	-0,282 (0,258)	-0,035 (0,885)	0,105 (0,677)	-0,065 (0,787)	-0,246 (0,325)
	OE HL	0,161 (0,498)	0,064 (0,801)	-0,291 (0,214)	-0,210 (0,403)	-0,002 (0,995)	0,008 (0,974)	-0,379 (0,099)	-0,176 (0,486)
	RA CL	0,044 (0,855)	0,302 (0,224)	-0,420 (0,066)	0,123 (0,626)	-0,017 (0,945)	0,269 (0,281)	-0,389 (0,090)	0,097 (0,701)
	RA HL	-0,102 (0,668)	0,291 (0,241)	-0,310 (0,183)	0,019 (0,941)	-0,314 (0,177)	0,231 (0,356)	-0,302 (0,195)	0,039 (0,877)
	TrA/OI CL	-0,460* (0,041)	0,508* (0,031)	-0,670** (0,001)	-0,045 (0,861)	-0,433 (0,056)	0,521* (0,027)	-0,660** (0,002)	-0,169 (0,502)
	TrA/OI HL	0,069 (0,772)	0,097 (0,701)	0,289 (0,217)	0,189 (0,452)	0,038 (0,875)	0,019 (0,942)	0,214 (0,366)	0,138 (0,584)
	Coeficiente de correlação de spearman (Valor prova)								
Correlações significativas: *Moderada; ** Forte; *** Muito Forte									

GCD ($r_s=0,979$; $p<0,001$). Foi ainda evidenciada uma correlação moderada com a percentagem de ativação muscular do transverso abdominal/obliquo interno contra-lateral, no sentido negativo para o GSD ($r_s=-0,460$; $p=0,041$) e no sentido positivo para o GCD ($r_s=0,508$; $p=0,031$).

Do mesmo modo, também se verificou uma correlação moderada entre a variação média do deslocamento do COPml e a percentagem de ativação muscular do transverso abdominal/obliquo interno contra-lateral, no sentido negativo para o GSD ($r_s=-0,433$; $p=0,056$) e no sentido positivo para o GCD ($r_s=0,521$; $p=0,027$). É de ressaltar que esta última correlação, para o GSD, não se apresentou estatisticamente significativa.

Quando comparados os 2 grupos não se verificaram diferenças significativas em todas as variáveis analisadas ($p>0,05$), nomeadamente em termos de atividade muscular abdominal, bem como nas variações máxima e média da pressão detetada pela UBFP e do deslocamento COPml, como se pode observar na Figura 3 e Tabela 3 respetivamente.

Apesar da ausência de diferenças significativas, é de notar uma pequena tendência para o grupo com dor apresentar maiores percentagens de ativação dos músculos oblíquo externo e reto abdominal contralaterais, bem como do transverso abdominal/obliquo interno homolateral ao membro dominante.

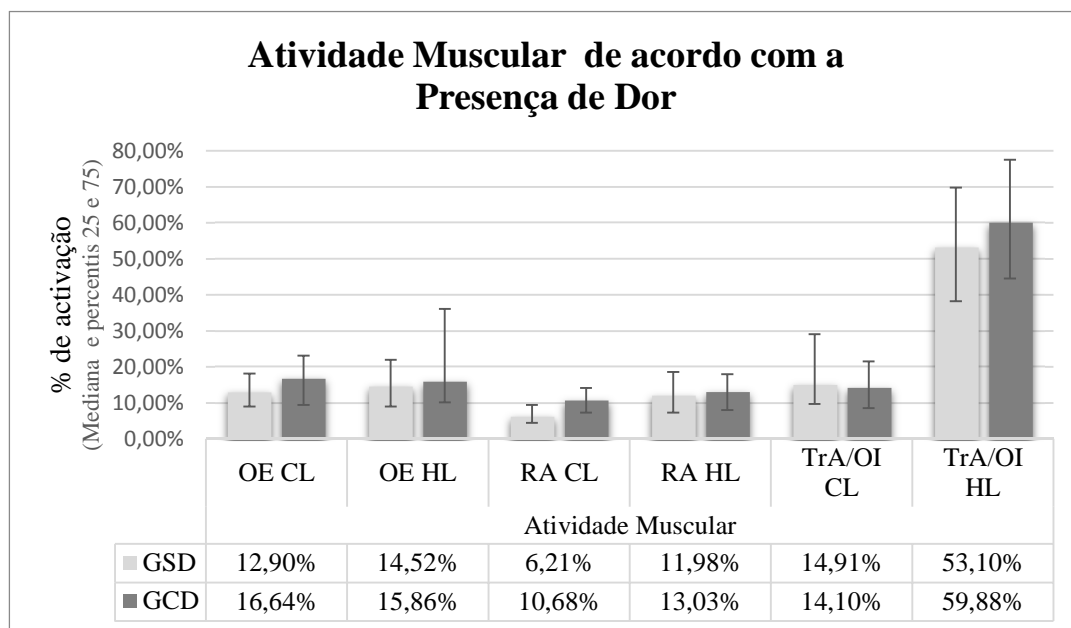


Figura 3 - Magnitude de ativação muscular entre GSD e GCD

GSD: Grupo sem dor / GCD: Grupo com dor / CL: Contra-lateral / HL: Homo-lateral / OE: Oblíquo Externo / RA: Reto abdominal / TrA/OI: Transverso abdominal/Oblíquo interno

Tabela 3 - Variação do COP e UBFP entre o GCD e o GSD

GSD: Grupo sem dor / GCD: Grupo com dor / COPml: deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral / UBFP: Unidade de biofeedback de pressão / P₂₅: Percentil 25 / P₇₅: Percentil 75

		Mediana (P ₂₅ ; P ₇₅)		Valor Teste	Valor p
		GSD	GCD		
Variação máxima	COPml (mm)	2,89 (2,33; 3,91)	3,07 (2,3; 3,87)	175,00	0,890
	UBFP (mmHg)	1,90 (1,43; 2,7)	1,65 (1,29; 1,97)	137,50	0,219
Variação média	COPml (mm)	0,64 (0,48; 0,82)	0,68 (0,44; 0,93)	180,00	1,000
	UBFP (mmHg)	0,43 (0,32; 0,68)	0,39 (0,29; 0,49)	126,00	0,117

6 Discussão

A relação entre a unidade de biofeedback de pressão (UBFP), o deslocamento do centro de pressão no sentido medio-lateral (COPml) e a atividade muscular dos músculos do tronco, nomeadamente o transverso abdominal, apresentou-se diferente entre indivíduos com e sem dor lombo pélvica crónica inespecífica.

A diferença observada nas relações analisadas poderá estar inerente às características do transverso abdominal, que em condições normais, pela sua contração tónica é responsável pela estabilização segmentar através de um aumento da pressão abdominal e da tensão sobre a fáscia toraco-lombar (Hodges, 1999; Richardson et al., 2004). De fato no presente estudo, em indivíduos sem dor lombo-pélvica, uma maior contração deste músculo permitiu um aumento da estabilidade inter-segmentar, permitindo, por sua vez, uma menor variação (máxima e média) quer da pressão registada pela UBFP, quer do deslocamento do COPml. Liebson et al. (2009), que também avaliou o ASLR (14 indivíduos sem dor lombo-pélvica), recorrendo à análise cinemática 3D e a uma plataforma de pressões, referiram que o deslocamento do COPml corresponde a uma medida indireta de rotação lombar, defendendo que o controlo deste deslocamento está inerente à estabilidade lombo-pélvica.

No grupo com dor lombo pélvica (GCD) os resultados foram algo diferentes, possivelmente devido às alterações fisiológicas inerentes à dor crónica, sendo que uma contração mais fásica do transverso abdominal e a contribuição adicional da musculatura superficial com fim a colmatar a perda de estabilidade, como é descrito por Hodges (1999),

poderão ter contribuído para a ausência de relação entre a atividade deste músculo e a pressão detetada pela UBFP. Este facto pode em parte ser suportado pela correlação moderada positiva encontrada no GCD entre a percentagem de ativação do transverso abdominal e a variação do deslocamento do COPml, sendo que contrariamente ao grupo sem dor lombo-pélvica (GSD), uma maior atividade deste músculo correspondeu a um maior deslocamento do COPml. Assim, a ausência desta relação no GCD, e a inexistência de diferenças significativas entre os grupos quanto à intensidade de ativação deste músculo, poderão apontar mais para uma alteração de função do que propriamente para uma diminuição de atividade. A ausência desta relação vem ao encontro dos resultados obtidos por Grooms et al. (2013), que em 49 indivíduos com dor lombo-pélvica ($23,1 \pm 6,0$ anos), avaliados numa atividade diferente (manobra de *drawing in*) com recurso à ultrassonografia, não verificaram uma relação entre a variação da pressão da UBFP e alteração da espessura do transverso abdominal.

É de salientar que em contexto clínico, para a intervenção com exercícios terapêuticos que utilizam desequilíbrios dos membros como forma de recrutar uma estabilidade proximal, em que para melhor execução pode ser utilizada a UBFP como estratégia de *biofeedback*, poderá ser mais pertinente controlar o deslocamento do COPml, que pressupõe, entre outros, uma contração tónica do músculo transverso abdominal, do que apenas garantir um elevado nível de atividade deste músculo (Richardson et al., 2004). Assim, a variação de pressão (máxima e média) da UBFP, apesar de não ter demonstrado uma relação com a atividade muscular do transverso abdominal no GCD, apresentou-se fortemente relacionada, em ambos os grupos, com a variação do deslocamento do COPml (máxima e média), podendo assim ser uma ferramenta muito útil para o contexto clínico para este tipo de exercícios.

É ainda de referir que dado o desafio postural criado pelo ASLR, que compreende um controlo da transferência de carga médio-lateral inerente a uma rotação pélvica homolateral, seria de esperar observar diferenças significativas entre os grupos no que respeita ao COPml e respetiva pressão detetada pela UBFP (variáveis fortemente relacionadas) (Hu et al., 2012; Liebenson et al., 2009; Mens et al., 1999). No entanto, no presente estudo, tal não foi identificado, possivelmente devido facto de o GCD ter apresentado uma tendência para uma maior atividade da maioria dos músculos avaliados,

que por sua vez pode ter sido uma estratégia compensatória à diminuição da estabilidade inter-segmentar característica dos indivíduos com dor lombo-pélvica (Hodges, 1999)

O uso de eletromiografia de superfície, invés da de profundidade, pode ser considerada uma limitação do estudo, contudo, apesar de a comissão de ética não ter autorizado a eletromiografia de profundidade, é de notar que a de superfície tem vindo a revelar-se eficaz na avaliação dos músculos do tronco, incluindo o transversos abdominal (Queiroz et al., 2010). Assim, foi evitado o risco inerente à eletromiografia de profundidade. Pode ainda ser considerada uma limitação ao estudo o facto de não se ter calculado à priori o tamanho amostral para um determinado *effect size*, contudo carência de estudos com metodologias e objetivos semelhantes não permitiu tal cálculo. Porém, é de notar que o tamanho amostral utilizado foi suficientemente potente para detetar a maioria das correlações identificadas, no entanto, é recomendado que em estudos futuros se realize esse cálculo, podendo, consoante os objetivos a atingir, ser necessário um maior número amostral.

Futuramente seria pertinente a realização de estudos em diferentes posições, bem como verificar a influência do biofeedback com a UBFP, durante o ASLR, em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica crónica inespecífica.

7 Conclusão

A unidade de biofeedback de pressão, no grupo com dor contrariamente ao grupo sem dor, não se apresentou relacionada com a atividade muscular do transversos abdominal/obliquo interno. Contudo, a mesma demonstrou uma relação com o deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral, em ambos os grupos, sendo portanto um indicador de estabilidade do tronco e assim, uma ferramenta útil em ambiente clínico. No grupo com dor observou-se que uma maior atividade muscular do transversos abdominal/obliquo interno pressupõe um maior deslocamento do centro de pressão no sentido médio-lateral, sendo uma relação contrária à verificada no grupo sem dor, podendo ser um indicador da perda da sua ação tónica.

8 Agradecimentos

Agradeço a todos os participantes pelo tempo despendido na participação do projeto de investigação.

9 Bibliografia

- Beales, D. J., O'Sullivan, P. B., & Briffa, N. K. (2010). The effects of manual pelvic compression on trunk motor control during an active straight leg raise in chronic pelvic girdle pain subjects. *Man Ther*, 15(2), 190-199.
- Callegari-Jacques, S. M. (2003). *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Porto Alegre: artmed.
- Criswell, E. (2011). *Cram's Introduction to Surface Electromyography* (2 ed.). Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.
- Drake, J. D., & Callaghan, J. P. (2006). Elimination of electrocardiogram contamination from electromyogram signals: An evaluation of currently used removal techniques. *J Electromyogr Kinesiol*, 16(2), 175-187.
- Grooms, D. R., Grindstaff, T. L., Croy, T., Hart, J. M., & Saliba, S. A. (2013). Clinimetric analysis of pressure biofeedback and transversus abdominis function in individuals with stabilization classification low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 43(3), 184-193.
- Haldeman, S., Kopansky-Giles, D., Hurwitz, E. L., Hoy, D., Mark Erwin, W., Dagenais, S., et al. (2012). Advancements in the Management of Spine Disorders. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 26(2), 263-280.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Block, J., Rau, G., et al. (1999). *SENIAM - European Recommendations for Surface Electromyography* (2 ed.). Enschede: Roessingh Research and Development b.v.
- Hodges, P. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man Ther*, 4(2), 74-86.
- Hodges, P., Richardson, C., & Jull, G. (1996). Evaluation of the relationship between laboratory and clinical tests of transversus abdominis function. *Physiother Res Int*, 1(1), 30-40.

- Hodges, P., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain - A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(22), 2640-2650.
- Hu, H., Meijer, O. G., Hodges, P. W., Bruijn, S. M., Strijers, R. L., Nanayakkara, P. W., et al. (2012). Understanding the Active Straight Leg Raise (ASLR): an electromyographic study in healthy subjects. *Man Ther*, 17(6), 531-537.
- Liebenson, C., Karpowicz, A. M., Brown, S. H. M., Howarth, S. J., & McGill, S. M. (2009). The Active Straight Leg Raise Test and Lumbar Spine Stability. *Pm&R*, 1(6), 530-535.
- Lima, P. O. P., Oliveira, R. R., Costa, L. O. P., & Laurentino, G. E. C. (2011). Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: a systematic review. *Physiotherapy*, 97(2), 100-106.
- Lima, P. O. P., Oliveira, R. R., Moura Filho, A. G., Raposo, M. C. F., Costa, L. O. P., & Laurentino, G. E. C. (2012). Concurrent validity of the pressure biofeedback unit and surface electromyography in measuring transversus abdominis muscle activity in patients with chronic nonspecific low back pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16, 389-395.
- Macedo, L. G., Maher, C. G., Latimer, J., & McAuley, J. H. (2009). Motor Control Exercise for Persistent, Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review. *Phys Ther*, 89(1), 9-25.
- Marôco, J. (2010). *Análise estatística com o PASW Statistics (1 ed.)*. Pêro Pinheiro: ReportNumber, Lda.
- Mens, J. M. A., Vleeming, A., Snijders, C. J., Stam, H. J., & Ginai, A. Z. (1999). The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints. *European Spine Journal*, 8(6), 468-473.
- O'Sullivan, P. B., Beales, D. J., Beetham, J. A., Cripps, J., Graf, F., Lin, I. B., et al. (2002). Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine (Phila Pa 1976)*, 27(1), E1-8.

- Queiroz, B. C., Cagliari, M. F., Amorim, C. F., & Sacco, I. C. (2010). Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(1), 86-92.
- Richardson, C., Hodges, P., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization : a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2 ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Robertson, D. G. E., Caldwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. N. (2004). *Research Methods in Biomechanics* (1 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., et al. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2163-2196.