Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto
Instituto Politécnico do Porto

Ana Rita da Silva Magalhães

Testes de endurance do tronco: diferenças entre indivíduos com e sem dor lombo-pélvica e o efeito de programas de exercício de controlo motor

Mestrado em Fisioterapia
Opção Terapia Manual Ortopédica

Junho de 2014

Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

Instituto Politécnico do Porto

Ana Rita da Silva Magalhães

Testes de endurance do tronco: diferenças entre indivíduos com e sem dor lombo-pélvica e o efeito de programas de exercício de controlo motor

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Terapia Manual Ortopédica, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Paulo de Carvalho, da Área Técnico-Científica de Fisioterapia.

Junho de 2014

Testes de endurance do tronco: diferenças entre indivíduos com e sem dor lombo-pélvica e o efeito de programas de exercício de controlo motor

Ana Rita da Silva Magalhães[1], Paulo de Carvalho[1,2], Carlos Crasto[1], António Mesquita Montes[1,2], Rubim Santos[2], João Paulo Vilas-Boas[3]

[1]ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto (ESTSP/IPP)

[2]Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana (CEMAH) – ESTSP/IPP

[3]Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEP), Faculdade de Desporto, Universidade do Porto (FADEUP)

Resumo

Introdução: em indivíduos com dor lombo-pélvica (LPP), parece existir uma alteração de controlo motor e diminuição da endurance dos músculos do tronco. A realização de exercícios de controlo motor pode melhorar a endurance dessa musculatura e consequentemente o controlo motor. **Objetivos:** detetar diferenças nos tempos e rácios de endurance dos músculos do tronco em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica e avaliar o efeito de dois programas de exercícios de controlo motor (segundo Richardson e segundo McGill) nos mesmos *outcomes* em indivíduos com LPP. **Métodos:** estudo transversal com uma amostra de 111 indivíduos, 52 para o grupo sem dor (NLPP) e 59 para o com LPP e estudo experimental, constituído pelos indivíduos LPP (59), alocados nos grupos de Pilates (20), McGill (20) ou no grupo controlo (19). Avaliaram-se os tempos obtidos nos testes de endurance para os músculos extensores, flexores, flexores laterais direitos e esquerdos do tronco e respetivos rácios, tendo em conta o modelo de McGill. As avaliações dos grupos do estudo experimental realizaram-se antes e após as 8 semanas de exercício. **Resultados:** os indivíduos com LPP apresentaram tempos e rácios de endurance significativamente inferiores aos indivíduos NLPP ($p<0.001$). Após as 8 semanas de exercício, registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em todos os testes de endurance, sendo que o grupo de McGill apresentou tempos significativamente superiores aos do grupo de Pilates para os músculos flexores ($p=0.001$), flexores laterais direitos ($p=0.002$) e esquerdos ($p=0.009$). Quanto aos rácios de endurance, não se detetaram apenas diferenças estatisticamente significativas no rácio flexão lateral esquerda/extensão. **Conclusão:** os indivíduos com LPP apresentaram tempos e rácios de endurance do tronco inferiores aos dos indivíduos sem dor. Ambos os programas de exercícios melhoraram os tempos e os rácios de endurance, tendo existido uma tendência para melhores resultados na abordagem segundo McGill.

Palavras-chave: dor lombo-pélvica, exercícios de controlo motor, testes de endurance do tronco, Pilates, McGill

Abstract

Introduction: In subjects with lumbopelvic pain (LPP), there seems to be an alteration of motor control and diminution of trunk muscles endurance. The practice of motor control exercises can improve the endurance of that musculature and consequently the motor control. **Objective:** To detect differences in trunk muscles endurance times and ratios in subjects with and without lumbopelvic pain and to evaluate the effect of two motor control exercises program (McGill and Richardson) in the same outcomes, in subjects with LPP. **Methods:** Cross-sectional study with a sample of 111 subjects, 52 for the without lumbopelvic pain group ($NLPP_G$) and 59 for LPP_G and experimental study, constituted by LPP_G (59), allocated in the Pilates (20), McGill (20) and control (19) groups. Were evaluated the endurance times in the endurance tests for extensors, flexors and lateral flexors and respective ratios, according the model of McGill. The experimental study evaluations were realized before and after 8 weeks of the application of both exercises program. **Results:** LPP_G had endurance times and ratios significantly lower compared with $NLPP_G$ ($p<0.001$). After 8 weeks of exercise, there were significant differences in inter-group comparison in all endurance tests, where McGill group had times significantly higher comparing with Pilates group for flexors ($p=0.001$), rights lateral flexors ($p=0.002$) and lefts ($p=0.009$). Relatively to endurance ratios, there were only no significant differences in left side-bridge/extension. **Conclusion:** LPP_G had trunk muscles endurance times and ratios lower comparing with $NLPP_G$. Both exercise programs improved endurance times and ratios, where there was a tendency to better results in the McGill approach.

Keywords: lumbopelvic pain, motor control exercises, trunk muscles endurance, Pilates, McGill

1 Introdução

A dor lombo-pélvica causa uma elevada incapacidade nas sociedades modernas e industrializadas (Ledoux, Dubois, & Descarreaux, 2012; Tekin et al., 2009), com consequente impacto socioeconómico, sendo considerado o principal motivo de redução da produtividade, limitação e ausência no trabalho em todo o mundo (Delitto et al., 2012; Tekin et al., 2009). A sua prevalência varia de 15% a 45% na população em geral (Roussel, Nijs, Truijen, Smeuninx, & Stassijns, 2007; Tekin et al., 2009), sendo que na verdade, 50 a 80% da população vai experienciar pelo menos um episódio de dor lombo-pélvica em algum momento da sua vida (Davarian, Maroufi, Ebrahimi, Farahmand, & Parnianpour, 2012; Ledoux et al., 2012).

Esta condição dolorosa associa-se a alterações no controlo motor e padrões de movimento (Ericksen et al., 2010; Roussel et al., 2007), salientando-se uma alteração do padrão de recrutamento dos músculos profundos do tronco, nomeadamente do transverso abdominal (Roussel et al., 2007). Assim, ocorrendo um atraso ou ausência de contração deste músculo, mediada pelo sistema nervoso central, a coluna vertebral pode ficar mais exposta ao risco de lesão e de microtrauma (Hodges, 2001; Hodges & Richardson, 1999). Tendo em conta o mencionado, a hipótese de que a integridade funcional destes músculos é importante para a estabilidade da coluna vertebral torna-se relevante (Roussel et al., 2007).

Para além da alteração da musculatura profunda, a superficial também parece estar afetada nesta condição, demonstrado através da diminuição da força e da endurance, realçando-se o facto de clinicamente a diminuição da força ser um problema para alguns indivíduos e endurance um problema para todos eles (Key, 2010). Mais concretamente, Alaranta, Luoto, Heliovaara, eHurri (1995); Biering-Sorensen (1984) preconizam que o aparecimento de dor lombo-pélvica parece associar-se a uma diminuição da endurance dos extensores do tronco (Chok, Lee, Latimer, & Tan, 1999; Johnson, Mbada, Akosile, & Agbeja, 2009; McGill, 2002; Tekin et al., 2009). Apesar desta comprovação por parte de Sorensen, McGill (2002) realça a importância da avaliação não só dos extensores, mas também dos flexores e flexores laterais do tronco, assim como os rácios entre eles.

Assim sendo, objetivando avaliar a endurance da musculatura do tronco, pode-se recorrer a diversos equipamentos como o *Pulling-test*, *Sitting dynamometer tests* com recurso ao Biodex ou ao dinamómetro isométrico (Moreau, Green, Johnson, & Moreau, 2001). No entanto, não se encontram acessíveis a todos principalmente por serem

demasiado dispendiosos (Moreau et al., 2001). Assim, McGill (2002) sugere testes de endurance de fácil execução, com custo reduzido e sem necessitar de equipamento especial, com o objetivo de avaliar os tempos e rácios dos quatro grupos musculares. O mesmo autor propõe que os rácios de endurance associados à dor lombo-pélvica correspondem a um rácio inferior a 0,95 e superior a 1,05 para os músculos laterais direitos e esquerdos, superior a 1 para os flexores e extensores e inferior a 0,25 e superior a 1,75 para os flexores laterais direitos ou esquerdos e extensores (McGill, 2002).

Tendo em conta o descrito, teoricamente, a melhoria do controlo motor dos músculos do tronco será efetiva no tratamento e prevenção da dor lombo-pélvica (Gladwell, Head, Haggar, & Beneke, 2006; Hall, Tsao, MacDonald, Coppieters, & Hodges, 2009; Lederman, 2010). Assim, propõe-se o Pilates, que tem como pressuposto o recrutamento específico do transverso abdominal e do oblíquo interno. Salientam-se também os exercícios segundo McGill, cujo princípio é a coativação de todos os músculos do core abdominal, que deve manter-se durante a realização das tarefas, o que justifica a importância do exercício de endurance em detrimento do de força (Gladwell et al., 2006; McGill, 2002, 2010; Posadzki, Lizis, & Hagner-Derengowska, 2011). Estas duas vertentes de exercício de controlo motor poderão ser duas hipóteses para a melhoria do controlo motor dos indivíduos com dor lombo-pélvica.

Na literatura, apenas se encontrou um estudo que compare os tempos de endurance entre indivíduos saudáveis e com dor lombo-pélvica (Ito et al., 1996), porém não contemplou a avaliação dos tempos de endurance dos músculos laterais do tronco nem a determinação dos rácios entre os três grupos musculares – flexores, extensores e flexores laterais. Não existe, de igual forma, nenhuma investigação que compare os tempos e os rácios de endurance do tronco antes e após um programa de exercícios.

Neste sentido, este estudo pretende detetar diferenças nos tempos e nos rácios de endurance dos músculos do tronco em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica, e objetiva, igualmente, avaliar o efeito de programas de exercícios de controlo motor (segundo Richardson e McGill) nos tempos e nos rácios de endurance dos músculos do tronco em indivíduos com dor lombo-pélvica.

2 Métodos

2.1 Amostra

Este estudo segue um desenho de estudo experimental, e engloba ainda um estudo analítico transversal. No que se refere ao estudo transversal, incluiu 111 voluntários, divididos em dois grupos: 52 sujeitos (42 do sexo feminino) para o grupo sem dor lombo-pélvica (NLPPG) e 59 (46 do sexo feminino) para o grupo com dor lombo-pélvica (LPPG). Este último foi posteriormente dividido, de forma randomizada, em três grupos (investigação longitudinal): os que realizaram Pilates (20 indivíduos), os que realizaram McGill (20 indivíduos), por um período de oito semanas, e o grupo que não fez qualquer tipo de exercício (controlo=19 sujeitos).

A população-alvo integrou indivíduos voluntários, com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos com e sem dor lombo-pélvica crónica inespecífica.

Neste estudo, os critérios de inclusão para o LPPG foram: episódios recorrentes de dor lombo-pélvica por um período superior a três meses, enquanto para o NPPG os indivíduos não poderiam ter experienciado dor nesta região (Arab, Ghamkhar, Emami, & Nourbakhsh, 2011; Silfies, Squillante, Maurer, Westcott, & Karduna, 2005).

Definiram-se como critérios de exclusão quem tinha: escoliose, discrepância dos membros inferiores ou assimetrias posturais, cirurgia abdominal ou ginecológica no último ano, patologias neurológicas e/ou inflamatórias ou doenças cardio-respiratórias, gravidez ou pós-parto nos últimos seis meses; prática de exercícios para o core abdominal no último ano; tratamento de fisioterapia para intervir na dor lombo-pélvica, e indivíduos que fizessem exercício regular, superior a 45 minutos por dia, três dias por semana há mais de um ano (ATS, 1991; Beith, Synnott, & Newman, 2001; BTS/ACPRC, 2009; Johnson, Larsen, Ozawa, Wilson, & Kennedy, 2007; Sekendiz, Altun, Korkusuz, & Akin, 2007; Urquhart, Hodges, Allen, & Story, 2005).

2.2 Instrumentos

Foi entregue um questionário eletrónico aos sujeitos, com o objetivo de verificar os critérios de seleção da amostra e de recolher informações sociodemográficas assim como a duração da dor lombo-pélvica.

A intensidade da dor no LPPG foi avaliada usando a escala visual analógica, que consiste numa linha horizontal com 100 milímetros, onde “Sem dor” e “Dor máxima” se

encontram escritas nas extremidades (Carlsson, 1983; Ferreira-Valente, Pais-Ribeiro, & Jensen, 2011; Hawker, Mian, Kendzerska, & French, 2011).

As medidas antropométricas, altura (metros) e massa corporal (quilogramas), foram avaliadas através de um estadiómetro Seca® 222 (Seca – Medical Scales and Measuring Systems®, Birmingham, United Kingdom), com precisão de 1 mm e uma balança Seca® 760 (Seca – Medical Scales and Measuring Systems®, Birmingham, United Kingdom), com precisão de 1 quilograma, respetivamente.

Foi também utilizado um inclinómetro (baseline® - universal) para medir e verificar a manutenção do ângulo aquando da avaliação da endurance dos músculos extensores, e um cronómetro (Casio® - HS-80TW-1) para medir o tempo efetivo de cada um dos testes de endurance.

2.3 Procedimentos

2.3.1 Recolha de dados

Os procedimentos deste estudo tiveram lugar num laboratório de biomecânica e foram realizados em ambiente controlado.

Com o objetivo de selecionar e caraterizar a amostra, foi entregue um questionário a todos os indivíduos e, se satisfizessem os critérios do estudo, foram submetidos à avaliação das medidas antropométricas. Os sujeitos pertencentes ao LPPG sinalizaram a sua intensidade de dor na linha da escala visual analógica. O valor foi considerado através da distância, em milímetros, entre o início da escala e a cruz.

Todos os participantes foram avaliados através da realização dos testes de endurance para os músculos flexores, extensores e flexores laterais do tronco, no momento inicial (momento 0) e após o programa de exercícios (momento 1). A ordem de avaliação foi aleatória e entre cada um dos testes realizou-se um repouso de 15 minutos. A duração dos mesmos foi registada em segundos, tendo sido posteriormente utilizados para o cálculo dos rácios entre flexores/extensores, flexores laterais direitos/esquerdos, flexores laterais direitos/extensores e flexores laterais esquerdos/extensores.

Para os flexores do tronco, a posição de partida foi em decúbito dorsal com o tronco apoiado numa cunha num ângulo de 60º com a marquesa. Tanto os joelhos como as coxo-femurais estavam fletidos a 90º com os membros superiores cruzados sobre o peito com as mãos colocadas sobre o ombro oposto e os pés estabilizados com uma banda sueca. O teste teve início quando a cunha foi movimentada para trás 10 centímetros e o indivíduo tinha

que manter a postura isométrica o maior tempo possível. O teste terminou quando qualquer parte posterior do indivíduo tocou na cunha (McGill, 2007a, 2009).

Quanto aos extensores do tronco, estes foram testados na posição *Biering-Sorensen*, em que o indivíduo estava em decúbito ventral com a parte superior do corpo para fora da marquesa, enquanto a pélvis, coxo-femurais e joelhos tinham bandas para estabilizar. Os membros superiores estavam cruzados no peito com as mãos colocadas nos ombros opostos. O teste era interrompido quando a parte superior do corpo caía a partir da posição horizontal. Foram permitidas oscilações durante a realização do teste que variaram entre -5º a 5º, medidas com um inclinómetro colocado sobre a primeira vértebra torácica (McGill, 2007a, 2009).

A musculatura lateral foi testada com a pessoa na posição completa de ponte lateral. Os membros inferiores estavam em extensão e o pé do membro inferior supra-lateral foi colocado anteriormente ao pé infra-lateral para um melhor suporte. Os sujeitos foram instruídos a apoiarem-se sobre o cotovelo e os pés, enquanto levantavam a coxo-femural do chão para criar uma linha reta ao longo de todo o corpo. O membro superior não envolvido cruzou o peito com a mão colocado no ombro oposto. O teste terminou quando a coxo-femural se aproximou/tocou no chão e/ou perdeu o alinhamento reto do corpo (McGill, 2007a, 2009).

Após o momento inicial de avaliação, procedeu-se à implementação do programa de exercícios segundo McGill e segundo Richardson nos grupos experimentais. As sessões foram individuais e ocorreram 3 vezes/semana durante 8 semanas, com uma duração de 45 minutos cada uma (McGill, 2007a, 2007b; McGill & Karpowicz, 2009).

Quanto ao programa segundo McGill, realizaram-se três exercícios: o *curl-up*, o *side-bridge* e o *bird-dog*, com as respetivas evoluções. As principais caraterísticas dos exercícios segundo McGill encontram-se descritas na tabela seguinte (tabela 1).

Tabela 1 Caraterísticas do programa de exercícios segundo McGill quanto ao número de séries, repetições, tempo de contração e de repouso entre séries durante as oito semanas de exercício.

	Séries	Número de repetições	Tempo de contração (segundos)	Repouso entre séries (minutos)
1ª Semana	3x	1x – 5 rep 1x – 4 rep 1x – 3 rep	8-10	2
2ª Semana	3x	1x – 5 rep 1x – 4 rep 1x – 3 rep	8-10	2
3ª Semana	3x	1x – 6 rep 1x – 5 rep 1x – 4 rep	8-10	2
4ª Semana	3x	1x – 7 rep 1x – 6 rep 1x – 5 rep	8-10	2
5ª Semana	3x	1x – 9 rep 1x – 8 rep 1x – 7 rep	10	2
6ª Semana	3x	1x – 11 rep 1x – 10 rep 1x – 9 rep	10	2
7ª Semana	3x	1x – 13 rep 1x – 12 rep 1x – 11 rep	10	2
8ª Semana	3x	1x – 15 rep 1x – 14 rep 1x – 13 rep	10	2

Relativamente aos exercícios segundo Richardson, em todos os exercícios realizaram-se 3 séries de 6-10 repetições (Costa et al., 2009; Hodges, Ferreira, & Ferreira, 2009; Richardson, Hodges, & Hides, 1999, 2004), tendo sido o programa dividido em duas fases: na primeira fase foi ensinado aos participantes os princípios de *Pilates,* os quais foram relembrados ao longo das sessões, assim como a recrutar os músculos abdominais profundos usando estratégias verbais e demonstração, e a incorporar os princípios como o controlo da respiração e alinhamento da coluna na posição neutra (tal como em McGill), durante todos os exercícios; a segunda fase consistiu na progressão dos exercícios através do aumento da sua complexidade, da alteração de posição e da manutenção do padrão respiratório, tendo sempre em atenção a capacidade de cada indivíduo.

Os participantes foram informados para referir qualquer desconforto e/ou dor durante a realização dos exercícios ou se considerassem o nível do exercício demasiado elevado. O

grupo de controlo foi alertado para comunicar qualquer alteração no seu estilo de vida, nomeadamente o início de qualquer tipo de exercício físico.

2.4 Ética

O estudo foi aprovado pela comissão de ética e conduzido de acordo com a Declaração de Helsínquia, onde cada um dos indivíduos a assinou antes da sua participação. O anonimato e a confidencialidade dos dados ficaram salvaguardados, podendo o indivíduo realizar todas as questões necessárias, recusar participar ou interromper o estudo a qualquer momento.

2.5 Estatística

Foi realizada uma análise estatística, descritiva e inferencial, através do programa estatístico *IBM SPSS Statistics*® version 20 (IBM Corporation®, New York, United States), com um nível de significância de 0,05 (Marôco, 2010).

Com o objetivo de comparar os testes e os rácios de endurance entre os grupos com e sem dor, foi realizado o teste t para amostras independentes (Marôco, 2010).

No intuito de comparar o grupo de Pilates, de McGill e o de controlo quanto aos testes e rácios de endurance do tronco, foi utilizado o Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn, como o Post-Hoc (Marôco, 2010).

3 Resultados

3.1 Indivíduos com dor vs sem dor lombo-pélvica

Relativamente às variáveis massa e altura, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas (tabela 2), sendo portanto os grupos comparáveis. No entanto, no que concerne à variável idade foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, porém, a diferença foi apenas de um ano, pelo que ambos os grupos foram considerados comparáveis.

Tabela 2 Dados demográficos e antropométricos do grupo sem dor lombo-pélvica – $NLPP_G$ – e com dor lombo-pélvica – LPP_G.

	Idade (anos)		**Massa corporal** (Kg)		**Altura** (m)		**Duração da dor** (anos)	**Scores de dor VAS** (mm)
	$NLPP_G$ (n=52)	**LPP_G** (n=59)	**$NLPP_G$** (n=52)	**LPP_G** (n=59)	**$NLPP_G$** (n=52)	**LPP_G** (n=59)	**LPP_G** (n=59)	**LPP_G** (n=59)
Média	23.60	24.66	61.49	62.23	1.66	1.67	7.50	53.70
Desvio-padrão	2.06	2.07	8.62	7.79	0.08	0.08	1.67	6.63
Mínimo	21.00	22.00	51.80	52.30	1.58	1.58	5.00	36.00
Máximo	29.00	30.00	81.50	81.50	1.85	1.85	11.00	62.00
Valor t **Valor p**	-2.708 0.008		-0.472 0.638		-0.351 0.726			

Quando os grupos foram comparados, verificou-se que os indivíduos com dor apresentaram tempos de endurance dos extensores, flexores e flexores laterais direitos e esquerdos significativamente inferiores aos indivíduos sem dor ($p<0.001$). O mesmo se verificou quando comparados os rácios de endurance, especificamente para os flexores/extensores ($p<0.001$); flexores laterais direitos/esquerdos ($p=0.001$); flexores laterais direitos/extensores ($p<0.001$) e flexores laterais esquerdos/extensores ($p<0.001$) (tabela 3).

Tabela 3 Comparação entre grupos: sem dor lombo-pélvica – $NLPP_G$ – e com dor lombo-pélvica – LPP_G – dos tempos e rácios de endurance dos músculos do tronco.

			Valor de referência	Média	Desvio-padrão	Valor teste	Valor prova
Tempo de endurance (segundos)	Extensores	$NLPP_G$ LPP_G		139.81 34.21	34.69 7.83	21.471	<0.001
	Flexores	$NLPP_G$ LPP_G		120.60 24.17	25.16 7.02	26.737	<0.001
	Flexores laterais direitos	$NLPP_G$ LPP_G		72.03 14.00	23.75 3.63	17.440	<0.001
	Flexores laterais esquerdos	$NLPP_G$ LPP_G		75.62 15.47	25.03 3.85	17.751	<0.001
Rácios de endurance	Flexores/Extensores	$NLPP_G$ LPP_G	> 1	0.87 0.72	0.07 0.16	7.064	<0.001
	Flexores laterais direitos/esquerdos	$NLPP_G$ LPP_G	1.05<R<0.95	0.95 0.91	0.04 0.09	3.462	0.001
	Flexores laterais direitos/extensores	$NLPP_G$ LPP_G	1.75<R<0.25	0.51 0.42	0.08 0.09	5.601	<0.001
	Flexores laterais esquerdos/extensores	$NLPP_G$ LPP_G	1.75<R<0.25	0.53 0.46	0.09 0.11	3.886	<0.001

3.2 Grupos com dor lombo-pélvica

Relativamente à idade, massa e altura, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas (tabela 4), pelo que os grupos de Pilates, de McGill e de Controlo foram considerados comparáveis.

Quando os três grupos foram comparados, no momento inicial, não se verificaram diferenças significativas entre eles nos tempos de endurance dos músculos extensores, flexores, flexores laterais direitos e flexores laterais esquerdos do tronco ($p>0.05$), bem como nos rácios entre eles ($p>0.05$), sendo portanto comparáveis (tabelas 5 e 6).

Tabela 4 Dados demográficos e antropométricos do grupo controlo vs grupos experimentais: indivíduos com dor lombo-pélvica que realizaram Pilates e McGill.

		Idade (anos)	Massa (kg)	Altura (m)	Duração da dor (anos)	Scores de dor VAS (mm)
Pilates (n=20)	**Mediana**	24.00	58.75	1.63	7.50	56.50
	Desvio interquartil	1.50	7.45	7.75	1.40	4.15
McGill (n=20)	**Mediana**	24.00	59.90	1.64	8.00	55.50
	Desvio interquartil	1.50	1.40	1.40	1.50	3.40
Controlo (n=19)	**Mediana**	24.00	60.30	1.64	8.00	54.00
	Desvio interquartil	1.50	6.45	7.00	1.00	4.50
Kruskal-Wallis		0,530	0,463	0,322	0,286	0,849
Valor p		0,767	0,793	0,851	0,867	0,654

Tabela 5 Comparação inter-grupo dos tempos de endurance dos Extensores, Flexores, Flexores laterais direitos e Flexores laterais esquerdos do tronco no momento 0.

		Extensores	Flexores	Flexores laterais direitos	Flexores laterais esquerdos
Pilates	**Mediana**	30.505	21.320	12.410	14.155
	P25	28.013	18.878	10.380	12.153
	P75	38.358	29.543	16.953	19.015
McGill	**Mediana**	30.415	20.930	12.865	15.120
	P25	28.013	18.325	10.665	12.058
	P75	39.405	32.683	17.285	19.143
Grupo Controlo	**Mediana**	39.320	21.080	12.350	14.890
	P25	24.890	18.460	10.440	12.280
	P75	41.210	26.450	16.370	18.210
Valor t		0.825	0.048	0.257	0.040
Valor p		0.662	0.976	0.880	0.980
Post Hoc					

Tabela 6 Comparação inter-grupo dos rácios de endurance Flexores/Extensores, Flexores laterais direitos/ esquerdos, Flexores laterais direitos/extensores e Flexores laterais esquerdos/extensores no momento 0.

		Flexão/ Extensão	Flexão lateral direita/ esquerda	Flexão lateral direita/ extensão	Flexão lateral esquerda/ Extensão
Pilates	**Mediana**	0.708	0.89	0.402	0.453
	P25	0.665	0.846	0.375	0.418
	P75	0.761	0.918	0.426	0.475
McGill	**Mediana**	0.70	0.915	0.409	0.472
	P25	0.647	0.867	0.375	0.413
	P75	0.801	1.026	0.463	0.507
Grupo Controlo	**Mediana**	0.688	0.898	0.427	0.452
	P25	0.489	0.856	0.282	0.326
	P75	0.933	0.924	0.509	0.576
Valor t		0.473	1.474	0.178	0.143
Valor p		0.789	0.479	0.915	0.931
Post Hoc					

No segundo momento, relativamente aos tempos de endurance, registaram-se diferenças significativas entre os grupos em todos os testes de endurance dos músculos do tronco, especificamente nos extensores (χ^2=35.364; p<0.001), flexores (χ^2=40.622; p<0.001), e flexores laterais direitos (χ^2=43.362; p<0.001) e esquerdos (χ^2=40.399; p=0.001). Nos flexores e flexores laterais direitos e esquerdos, o grupo de McGill apresentou tempos de endurance significativamente superiores aos do grupo de Pilates (flexores: p=0.001; flexores laterais direitos: p=0.002; flexores laterais esquerdos: p=0.009) e do que o grupo controlo (p<0.001), sendo que também o grupo de Pilates foi significativamente superior ao controlo (flexores: p=0.003; flexores laterais direitos e esquerdos: p<0.001). Relativamente aos extensores, apenas se verificou que o grupo de McGill apresentou valores significativamente superiores aos restantes grupos (p<0.001) (Gráfico 1).

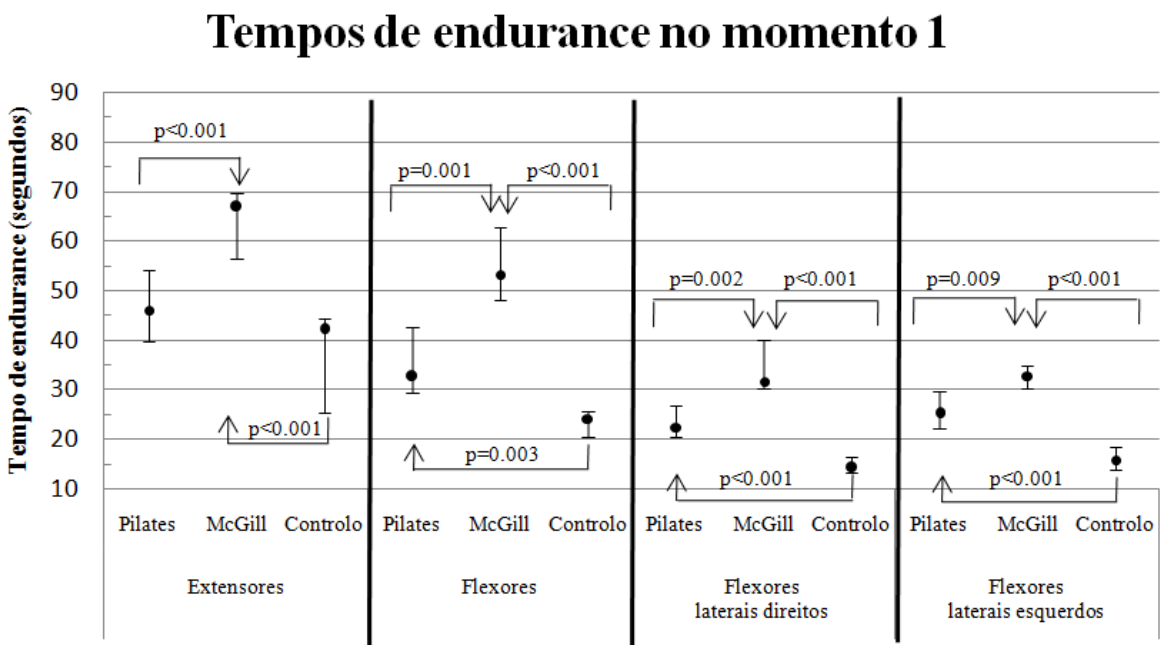


Gráfico 1 Comparação inter-grupo dos tempos de endurance dos Extensores, Flexores, Flexores laterais direitos e Flexores laterais esquerdos do tronco no momento 1.

Após a intervenção, no que se refere aos rácios de endurance (Gráfico 2), registaram-se diferenças significativas entre os grupos apenas nos rácios Flexores/Extensores (χ^2=12.923; p=0.002), Flexores laterais direitos/esquerdos (χ^2=12.549; p=0.002) e Flexores laterais direitos/Extensores (χ^2=7.935; p=0.019). Nos rácios Flexores/Extensores e Flexores laterais direitos/esquerdos, o grupo de McGill apresentou valores significativamente superiores aos do grupo de Pilates (p=0.003) e do que o controlo (Flexores/Extensores: p=0.001; Flexores laterais direitos/esquerdos: p=0.002). Relativamente à relação Flexão lateral direita/Extensão, apenas se verificou que o grupo de McGill apresentou valores significativamente superiores aos do grupo de Pilates (p=0.005).

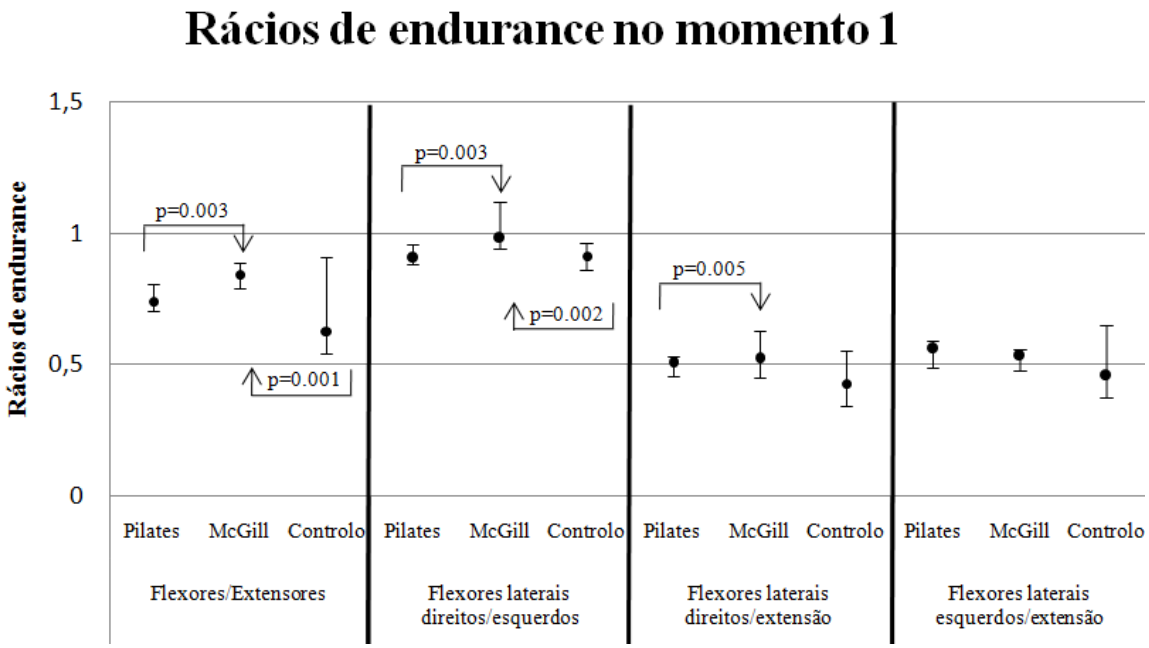


Gráfico 2 Comparação inter-grupo dos rácios de endurance Flexores/Extensores, Flexores laterais direitos/ esquerdos, Flexores laterais direitos/extensores e Flexores laterais esquerdos/Extensores no momento 1.

Na avaliação das alterações do momento inicial para o final, numa comparação intra-grupo, verificou-se que todos os testes e rácios de endurance, tanto no grupo de McGill como no de Pilates, registaram diferenças estatisticamente significativas, tendo sido no grupo de McGill onde se observaram maiores diferenças (tabelas 7 e 8).

Tabela 7 Comparação intra-grupo, do momento 0 para o momento 1, dos tempos de endurance dos Flexores, Extensores, Flexores laterais direitos e esquerdos do tronco.

		Mediana		Z	Valor p
		M0	M1		
Extensores	**Pilates**	30.505	46.095	-3,883	<0.001
	McGill	30.415	66.900	-3.920	<0.001
	Controlo	39.320	42.160	-3.219	0.001
Flexores	**Pilates**	21.320	32.710	-3.920	<0.001
	McGill	20.930	53.340	-3.920	<0.001
	Controlo	21.080	24.190	-2.455	0.012
Flexores laterais direitos	**Pilates**	12.410	22.515	-3.920	<0.001
	McGill	12.865	31.745	-3.920	<0.001
	Controlo	12.350	14.320	-3.018	0.001
Flexores laterais esquerdos	**Pilates**	14.155	25.270	-3.920	<0.001
	McGill	15.120	32.885	-3.920	<0.001
	Controlo	14.890	15.920	-2.374	0.016

Tabela 8 Comparação intra-grupo, do momento 0 para o momento 1, dos rácios de endurance Flexão/Extensão, Flexão lateral direita/esquerda, Flexão lateral direita/Extensão e Flexão lateral esquerda/extensão.

		Mediana		Z	Valor p
		M0	M1		
Flexão/ Extensão	**Pilates**	0.708	0.742	-3.323	<0.001
	McGill	0.70	0.845	-3.659	<0.001
	Controlo	0.688	0.631	-0.040	0.984
Flexão lateral direita/ esquerda	**Pilates**	0.89	0.908	-2.539	0.009
	McGill	0.915	0.984	-2.763	0.004
	Controlo	0.898	0.915	-1.368	0.182
Flexão lateral direita/ extensão	**Pilates**	0.402	0.508	-3.808	<0.001
	McGill	0.409	0.525	-3.771	<0.001
	Controlo	0.427	0.430	-1.972	0.049
Flexão lateral esquerda/ extensão	**Pilates**	0.453	0.563	-3.696	<0.001
	McGill	0.472	0.535	-2.725	0.005
	Controlo	0.452	0.459	-0.926	0.374

4 Discussão

Um dos objetivos deste estudo foi comparar os tempos e os rácios de endurance dos músculos do tronco em indivíduos com e sem dor lombo-pélvica (LPP e NLPP, respetivamente), tendo-se verificado que os indivíduos com LPP apresentaram tempos de endurance inferiores dos extensores, flexores e flexores laterais direitos e esquerdos.

Para realizar os testes de endurance do tronco, é imprescindível uma boa estabilidade lombo-pélvica, sendo necessário recrutar quer a musculatura local quer a global. Em indivíduos com LPP, têm vindo a ser associadas alterações ao nível da musculatura estabilizadora local, mais especificamente do transverso abdominal, do oblíquo interno e do multífidus, em que no caso dos primeiros ocorrem atrasos na sua ativação (Hodges, 2001; Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997; Hodges & Richardson, 1999; Mannion et al., 2008) e no caso do multífidus uma diminuição da área de secção transversa e elevada infiltração de gordura e tecido conjuntivo (Key, 2010; Mengiardi et al., 2006; Yanik, Keyik, & Conkbayir, 2013).

Assim, com a menor contribuição dos músculos locais durante os testes de endurance, uma maior ativação dos músculos globais é exigida, podendo aumentar a carga na coluna, propiciando o aumento do risco de lesão e ainda a intensidade da dor (Arokoski, Valta, Airaksinen, & Kankaanpaa, 2001; Hodges & Richardson, 1999). Considerando que estes músculos são por excelência direcionados para a mobilidade e constituídos

maioritariamente por fibras do tipo II e, portanto, mais fatigáveis (Key, 2010), justificam-se os menores tempos de endurance obtidos nos indivíduos com LPP.

No estudo desenvolvido por Ito et al. (1996), no grupo com dor lombo-pélvica (100 indivíduos) obtiveram-se menores tempos de endurance dos músculos flexores e extensores, quando comparado com os 90 sujeitos sem dor. Contudo, esta investigação não avaliou os tempos de endurance dos flexores laterais do tronco nem os rácios entre os três grupos musculares, que de acordo com McGill (2002) são essenciais para uma melhor avaliação da endurance da coluna.

Nesta investigação, todos os rácios da musculatura do tronco apresentaram valores inferiores em indivíduos com LPP, incluindo o rácio flexores/extensores (0,72±0,16) que difere dos valores mencionados por McGill (2002) para os indivíduos com LPP (>1). Este rácio foi uma consequência de um aumento tanto dos tempos de endurance dos flexores como dos extensores, mas em proporções semelhantes. O rácio flexores laterais/extensores para o grupo com dor também diferiu da proposta apresentada por McGill (2002), que em vez de ser inferior a 0,25 ou superior a 1,75, foi similar ao grupo sem dor, rondando os 0,5. Os restantes rácios foram em concordância com este autor, incluindo os rácios para o grupo sem dor.

Tendo em conta que as diferenças entre os dois grupos se devem a alterações no controlo motor, mostrou-se necessário realizar um estudo longitudinal para avaliar se após a realização de um programa de exercícios de controlo motor (exercícios segundo Richardson ou McGill) é possível aumentar os tempos de endurance, melhorando os rácios entre eles.

Após 8 semanas de exercício segundo McGill, obtiveram-se diferenças nos tempos de endurance de todos os músculos do tronco numa comparação inter-grupos e segundo Pilates só não houve diferenças nos músculos extensores do tronco. Ambos os métodos de exercício têm por base a posição neutra da coluna lombar, que é mencionada como adequada para iniciar os exercícios, dado que se trata de uma posição livre de dor, permitindo o equilíbrio elástico, minimizando as forças compressivas sobre a coluna vertebral (Akuthota & Nadler, 2004; McGill, 1998) e potenciando o recrutamento dos músculos estabilizadores locais, que poderão contribuir para um aumento da endurance nos testes segundo McGill (Segal, Hein, & Basford, 2004).

Não existe nenhum estudo que demonstre os resultados obtidos após um programa de exercícios segundo McGill. Contudo, de acordo com este autor, a estabilidade da coluna é conseguida pela manobra de *bracing* abdominal, que consiste na co-ativação de todos os

músculos do tronco antes e durante a realização dos exercícios (Faries & Greenwood, 2007; França, Burke, Claret, & Marques, 2008). Este programa apesar de englobar apenas três exercícios – o *curl-up*, o *side-bridge* e o *bird-dog* – os mesmos foram sujeitos a progressões e complementam-se, na medida em que o *curl-up* promove um padrão de estabilização para alterações em flexão, o *side-bridge* para alterações no plano frontal e o *bird-dog* para alterações em extensão (McGill & Karpowicz, 2009).

O rácio flexão lateral esquerda/extensão foi o único no qual não se obtiveram diferenças estatisticamente significativas tanto referentemente aos exercícios segundo McGill como para Pilates, apesar de existir uma tendência de aumento do momento 0 para o momento 1. De facto, a diferença entre Pilates e McGill para este rácio não é relevante apesar de os tempos de endurance terem aumentado mais no grupo de McGill. Sabendo que os indivíduos deste estudo são destros, é expectável que exista uma diferença de controlo motor entre o hemitronco direito e o esquerdo, onde o primeiro se encontra mais preparado para a mobilidade por ser o mais recrutado no quotidiano e o segundo se comporta mais como estabilizador. Numa primeira instância, visto o hemitronco esquerdo se comportar como estabilizador, seria expectável uma maior capacidade de endurance desse lado. Contudo, o rácio é entre flexores laterais esquerdos e extensores e o controlo motor é caraterizado por uma função extensora, que pressupõe uma coativação entre flexores e extensores. Logo, não deverá existir uma grande diferença de ativação entre os dois, resultando num rácio que não traduz diferenças significativas.

No que se refere ao método de Pilates, este é sustentado na manobra de *drawing-in*, que consiste na contração isolada do transverso abdominal e do oblíquo interno mantendo a posição neutra, cuja contração aumenta a tensão na fáscia toracolombar e a pressão intra-abdominal, melhorando assim a estabilidade lombo-pélvica. Contudo, para a realização dos vários exercícios e as suas progressões, também a musculatura global era recrutada, permitindo assim o aumento da endurance. Estes músculos estabilizadores locais são constituídos maioritariamente por fibras do tipo I, ativadas através de resistências baixas (Faries & Greenwood, 2007; Key, 2010). Assim, o treino de endurance aplicado neste estudo favoreceu a atividade do transverso abdominal, potenciando a atividade dos restantes, com consequente aumento do tempo em todos os testes de endurance analisados.

O estudo realizado por Herrington, eDavies (2005) incluiu 36 indivíduos saudáveis do sexo feminino com média de idades de 32 anos, alocados em diferentes grupos: treino de Pilates (12 mulheres), treino de *curl* abdominal (12 mulheres) e o grupo que não efetuou qualquer exercício. Ambos os grupos realizaram uma ou duas sessões de 45 minutos por

semana durante seis meses, totalizando pelo menos 25 sessões. O *stabilizer* – unidade de *biofeedback* sob pressão – foi utilizado para avaliar a contração isolada do transverso abdominal e o teste de estabilidade lombo-pélvica. Esta investigação concluiu que os indivíduos submetidos ao treino de Pilates conseguiam contrair melhor o transverso abdominal e manter um melhor controlo lombo-pélvico que os outros dois grupos. Efetivamente, estes resultados parecem compreensíveis, uma vez que o *curl* é direcionado para o reto abdominal (McGill, 1998), músculo superficial e, portanto, a sua contração isolada não poderia traduzir-se num melhor controlo lombo-pélvico, até porque segundo Cholewicki, e VanVliet (2002), a estabilidade da coluna depende da ativação relativa de todos os músculos do tronco. Apesar de este exercício ser semelhante ao *curl-up* do plano de exercícios segundo McGill, existem diferenças no mesmo que podem justificar as dissemelhanças encontradas com este estudo, mais especificamente pelo *bracing*, pela posição neutra da coluna e pela própria amplitude de realização do exercício.

Apesar de este estudo não ter uma amostra semelhante à da presente investigação, poderá estabelecer-se uma comparação, na medida em que através dos exercícios de Pilates, se conseguiu melhorar o controlo lombo-pélvico pela contração seletiva do transverso abdominal.

Adicionalmente, analisando-se o valor da mediana, verificou-se que McGill foi superior a Pilates nas duas comparações, o que não confirma os resultados obtidos por Herrington, e Davies (2005). Esta diferença poderá dever-se, uma vez mais, ao facto de no estudo referido provavelmente não se ter realizado a manobra de *bracing* abdominal que precede e acompanha a realização do *curl*, no caso do exercício segundo McGill. De facto, a co-ativação de músculos agonistas e antagonistas do tronco (Faries & Greenwood, 2007; França et al., 2008), tornam McGill um método mais global, influenciando positivamente os tempos e os rácios de endurance dos músculos do tronco analisados. Segundo Grenier, e McGill (2007), ativar isoladamente o transverso confere uma estabilidade muito reduzida em comparação com o recrutamento de todos os músculos – *bracing* abdominal. Mediante o exposto justifica-se o facto de este ter sido superior em comparação com Pilates. Considera-se, portanto, que o programa de exercícios nesta investigação foi melhor pensado, na medida em que houve uma maior preocupação em englobar todos os músculos do *core* abdominal mas também porque englobou mais dois exercícios de McGill, justificando a superioridade deste tipo de exercício de controlo motor. No entanto, é relevante salientar que os testes de endurance aplicados aproximam-se dos exercícios do programa segundo McGill, cujos resultados podem ter sido influenciados pela própria

aprendizagem motora, que se baseia na plasticidade neural e muscular, e se associa à prática (Raine, Meadows, & Lynch-Ellerington, 2009).

Tendo em conta o descrito, mais especificamente quanto às vantagens de cada um dos conceitos de exercício, tornam-se claras as razões pelas quais se obtiveram diferenças significativas tanto no que se refere aos tempos como aos rácios de endurance na comparação intra-grupo efetuada.

Torna-se relevante, ainda, sugerir que no futuro se implementem estes programas de exercícios com reavaliações passados seis meses e um ano após o fim da intervenção. Seria também pertinente aplicar estes programas em populações diferentes, como em casos de patologia respiratória, assim como aumentar a duração do exercício.

5 Conclusão

Os indivíduos com dor lombo-pélvica apresentaram tempos e rácios de endurance inferiores comparativamente aos que não apresentaram dor. Quando os indivíduos com dor foram submetidos aos programas de exercícios de Pilates e segundo McGill, verificou-se que estes influenciaram positivamente as variáveis analisadas, o que permite concluir que ambos os métodos de exercício têm efeito no aumento dos tempos e rácios de endurance dos músculos do tronco nesses indivíduos. Salienta-se ainda que McGill parece ter sido superior a Pilates, o que permite inferir que os exercícios de McGill privilegiam a sinergia entre a musculatura superficial e profunda.

6 Bibliografia

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. [Review]. *Arch Phys Med Rehabil, 85*(3 Suppl 1), S86-92.

Alaranta, H., Luoto, S., Heliovaara, M., & Hurri, H. (1995). Static back endurance and the risk of low-back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon), 10*(6), 323-324.

Arab, A. M., Ghamkhar, L., Emami, M., & Nourbakhsh, M. R. (2011). Altered muscular activation during prone hip extension in women with and without low back pain. *Chiropr Man Therap, 19*, 18. doi: 10.1186/2045-709X-19-18

Arokoski, J. P., Valta, T., Airaksinen, O., & Kankaanpaa, M. (2001). Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. [Clinical Trial Comparative Study]. *Arch Phys Med Rehabil, 82*(8), 1089-1098.

ATS. (1991). Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. [Guideline]. *Am Rev Respir Dis, 144*(5), 1202-1218. doi: 10.1164/ajrccm/144.5.1202

Beith, I. D., Synnott, R. E., & Newman, S. A. (2001). Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions. *Man Ther, 6*(2), 82-87. doi: 10.1054/math.2000.0376

Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Spine (Phila Pa 1976), 9*(2), 106-119.

BTS/ACPRC. (2009). Physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patien. *Thorax, 64*(1), 1-3.

Carlsson, A. M. (1983). Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Pain, 16*(1), 87-101.

Chok, B., Lee, R., Latimer, J., & Tan, S. B. (1999). Endurance training of the trunk extensor muscles in people with subacute low back pain. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Phys Ther, 79*(11), 1032-1042.

Cholewicki, J., & VanVliet, J. J. t. (2002). Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Clin Biomech (Bristol, Avon), 17*(2), 99-105.

Costa, L. O., Maher, C. G., Latimer, J., Hodges, P. W., Herbert, R. D., Refshauge, K. M., . . . Jennings, M. D. (2009). Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial. *Physical Therapy, 89*(12), 1275-1286. doi: 10.2522/ptj.20090218

Davarian, S., Maroufi, N., Ebrahimi, I., Farahmand, F., & Parnianpour, M. (2012). Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Back Musculoskelet Rehabil, 25*(2), 123-129. doi: 10.3233/BMR-2012-0320

Delitto, A., George, S. Z., Van Dillen, L. R., Whitman, J. M., Sowa, G., Shekelle, P., . . . Godges, J. J. (2012). Low back pain. [Practice Guideline]. *J Orthop Sports Phys Ther, 42*(4), A1-57. doi: 10.2519/jospt.2012.0301 10.2519/jospt.2012.42.4.A1

Ericksen, J., Pidcoe, P. E., Ketchum-McKinney, J. M., Burnet, E. N., Huang, E., Wilson, J. C., & Hoogstad, V. (2010). Gynecological surgery and low back pain in older women: testing the association with sacroiliac joint stiffness and pelvic floor movements. *Geriatr Orthop Surg Rehabil, 1*(1), 27-35. doi: 10.1177/2151458510378006

Faries, M., & Greenwood, M. (2007). Core training: stabilizing the confusion. *Strength and Conditioning Journal, 29*(2), 10-25.

Ferreira-Valente, M. A., Pais-Ribeiro, J. L., & Jensen, M. P. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. [Clinical Trial; Comparative Study; Research Support, Non-U.S. Gov't; Validation Studies]. *Pain, 152*(10), 2399-2404. doi: 10.1016/j.pain.2011.07.005

França, F., Burke, T., Claret, D., & Marques, A. (2008). Estabilização segmentar da coluna lombar nas lombalgias: uma revisão bibliográfica e um programa de exercícios. *Fisioterapia e Pesquisa, 15*(2), 200-206.

Gladwell, V., Head, S., Haggar, M., & Beneke, R. (2006). Does a program of pilates improve chronic non-specific low back pain? *Sport Rehabilitation, 15*, 338-350.

Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. [Comparative Study Controlled Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Arch Phys Med Rehabil, 88*(1), 54-62. doi: 10.1016/j.apmr.2006.10.014

Hall, L., Tsao, H., MacDonald, D., Coppieters, M., & Hodges, P. W. (2009). Immediate effects of co-contraction training on motor control of the trunk muscles in people with recurrent low back pain. [Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Electromyogr Kinesiol, 19*(5), 763-773. doi: 10.1016/j.jelekin.2007.09.008

Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). [Review]. *Arthritis Care Res (Hoboken), 63 Suppl 11*, S240-252. doi: 10.1002/acr.20543

Herrington, L., & Davies, R. (2005). The influence of pilates training on the ability to contract the transversus abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 9*, 52-57.

Hodges, P. W. (2001). Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Exp Brain Res, 141*(2), 261-266. doi: 10.1007/s002210100873

Hodges, P. W., Butler, J. E., McKenzie, D. K., & Gandevia, S. C. (1997). Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Physiol, 505 (Pt 2)*, 539-548.

Hodges, P. W., Ferreira, P. H., & Ferreira, M. (2009). Lumbar Spine: Treatment of instability and disorders of movement control. In D. J. Magee, J. E. Zachazewski & W. S. Quillen (Eds.), *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation*. Amsterdam: Elsevier.

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Arch Phys Med Rehabil, 80*(9), 1005-1012.

Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., & Strax, T. E. (1996). Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. [Clinical Trial - Randomized Controlled Trial]. *Arch Phys Med Rehabil, 77*(1), 75-79.

Johnson, Larsen, A., Ozawa, H., Wilson, C., & Kennedy, K. (2007). The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 11*, 238-242.

Johnson, Mbada, C. E., Akosile, C. O., & Agbeja, O. A. (2009). Isometric endurance of the back extensors in school-aged adolescents with and without low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil, 22*(4), 205-211. doi: 10.3233/BMR-2009-0235

Key, J. (2010). *Back pain: a movement problem*. London: Churchill Livingston.

Lederman, E. (2010). The myth of core stability. [Review]. *J Bodyw Mov Ther, 14*(1), 84-98. doi: 10.1016/j.jbmt.2009.08.001

Ledoux, E., Dubois, J. D., & Descarreaux, M. (2012). Physical and psychosocial predictors of functional trunk capacity in older adults with and without low back pain. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Manipulative Physiol Ther, 35*(5), 338-345. doi: 10.1016/j.jmpt.2012.04.007

Mannion, A. F., Pulkovski, N., Schenk, P., Hodges, P. W., Gerber, H., Loupas, T., . . . Sprott, H. (2008). A new method for the noninvasive determination of abdominal muscle feedforward activity based on tissue velocity information from tissue Doppler imaging. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Appl Physiol (1985), 104*(4), 1192-1201. doi: 10.1152/japplphysiol.00794.2007

Marôco, J. (2010). *Análise estatística com o PASW Statistics*. Pêro Pinheiro: ReportNumber, Lda.

McGill, S. (1998). Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Phys Ther, 78*(7), 754-765.

McGill, S. (2002). *Low Back Disorders: Evidence based prevention and rehabilitation*. Illinois: Human Kinetics.

McGill, S. (2007a). *Low Back Disorders: Evidence based prevention and rehabilitation.* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics.

McGill, S. (2007b). *The Ultimate Back (DVD): Assessment and Therapeutic Exercise*. Waterloo, Canada: Backfitpro Inc.

McGill, S. (2009). *Ultimate back fitness and performance* (4th ed.). Canada.

McGill, S. (2010). Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal, 33*, 33-46.

McGill, S., & Karpowicz, A. (2009). Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. [Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Arch Phys Med Rehabil, 90*(1), 118-126. doi: 10.1016/j.apmr.2008.06.026

Mengiardi, B., Schmid, M. R., Boos, N., Pfirrmann, C. W., Brunner, F., Elfering, A., & Hodler, J. (2006). Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with MR spectroscopy. *Radiology, 240*(3), 786-792. doi: 10.1148/radiol.2403050820

Moreau, C. E., Green, B. N., Johnson, C. D., & Moreau, S. R. (2001). Isometric back extension endurance tests: a review of the literature. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *J Manipulative Physiol Ther, 24*(2), 110-122. doi: 10.1067/mmt.2001.112563

Posadzki, P., Lizis, P., & Hagner-Derengowska, M. (2011). Pilates for low back pain: a systematic review. [Review]. *Complement Ther Clin Pract, 17*(2), 85-89. doi: 10.1016/j.ctcp.2010.09.005

Raine, S., Meadows, L., & Lynch-Ellerington, M. (2009). *Bobath Concept - theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. United Kingdom: Wiley-Blackwell.

Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (1999). *Therapeutic Exercises for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach* (1st ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.

Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization : a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2nd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.

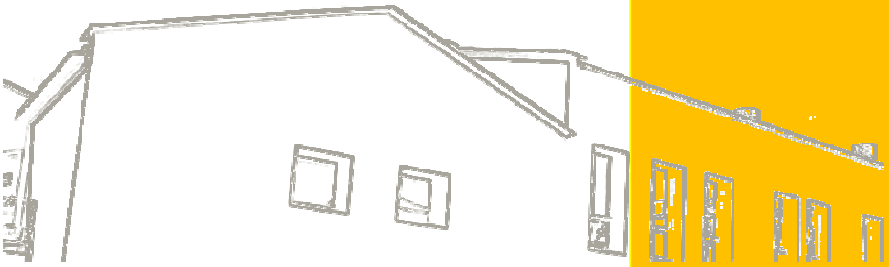
Roussel, N. A., Nijs, J., Truijen, S., Smeuninx, L., & Stassijns, G. (2007). Low back pain: clinimetric properties of the Trendelenburg test, active straight leg raise test, and breathing pattern during active straight leg raising. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't Validation Studies]. *J Manipulative Physiol Ther, 30*(4), 270-278. doi: 10.1016/j.jmpt.2007.03.001

Segal, N. A., Hein, J., & Basford, J. R. (2004). The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Arch Phys Med Rehabil, 85*(12), 1977-1981.

Sekendiz, B., Altun, O., Korkusuz, F., & Akin, S. (2007). Effects of pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 11*, 318-326.

Silfies, S. P., Squillante, D., Maurer, P., Westcott, S., & Karduna, A. R. (2005). Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. [Research Support, Non-U.S. Gov't; Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Clin Biomech (Bristol, Avon), 20*(5), 465-473. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2005.01.007

Tekin, Y., Ortancil, O., Ankarali, H., Basaran, A., Sarikaya, S., & Ozdolap, S. (2009). Biering-Sorensen test scores in coal miners. *Joint Bone Spine, 76*(3), 281-285. doi: 10.1016/j.jbspin.2008.08.008

Urquhart, D. M., Hodges, P. W., Allen, T. J., & Story, I. H. (2005). Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Man Ther, 10*(2), 144-153. doi: 10.1016/j.math.2004.08.011

Yanik, B., Keyik, B., & Conkbayir, I. (2013). Fatty degeneration of multifidus muscle in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with chemical shift magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol, 42*(6), 771-778. doi: 10.1007/s00256-012-1545-8