

**RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO**

**A POSIÇÃO DA COLUNA LOMBAR ALTERA O  
PADRÃO DE RECRUTAMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM  
PACIENTES PORTADORES DE DOR LOMBAR CRÔNICA E INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS?**

**Belo Horizonte**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**2008**

**RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO**

**A POSIÇÃO DA COLUNA LOMBAR ALTERA O  
PADRÃO DE RECRUTAMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM  
PACIENTES PORTADORES DE DOR LOMBAR CRÔNICA E INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS?**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de Concentração: Desempenho Funcional Humano.

Linha de Pesquisa: Estudos do Desempenho Motor e Funcional Humano

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira

Co-orientadora: Prof. Dr. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela.

**Belo Horizonte**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mesreab@eeffto.ufmg.br) SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)  
Fone/fax: 31- 3409.4781

ATA DE NÚMERO 112 (CENTO E DOZE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.-----

Aos 23 (vinte e tres ) dias do mês de dezembro do ano de dois mil e oito, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão de pública para apresentação e defesa da dissertação **“A POSIÇÃO DA COLUNA LOMBAR ALTERA O PADRÃO DE RECRUTAMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM PACIENTES PORTADORES DE DOR LOMBAR CRÔNICA E EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS?”** de **RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: Paulo Henrique Ferreira, João Marcos Domingues Dias e Manuela Loureiro Ferreira sob a presidência do primeiro. Os trabalhos iniciaram-se às 10 horas com apresentação oral do candidato, seguida de argüição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato *aprovado e apto a receber o título de Mestre após a entrega da versão definitiva da dissertação*. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 23 de dezembro de 2008.-----

Professor Dr Paulo Henrique Ferreira

Professor Dr João Marcos Domingues Dias

Professora Drª Manuela Loureiro Ferreira

Marilane Soares

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@effto.ufmg.br](mailto:mesreab@effto.ufmg.br) SITE: [www.effto.ufmg.br/mreab](http://www.effto.ufmg.br/mreab)  
Fone: 31- 3409.4781

### PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO intitulada "A POSIÇÃO DA COLUNA LOMBAR ALTERA O PADRÃO DE RECRUTAMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM PACIENTES PORTADORES DE DOR LOMBAR CRÔNICA E EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS?" defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Prof Dr Paulo Henrique Ferreira APROVADO

Prof Dr João Marcos Domingues Dias aprovado

Profª Drª Manuela Loureiro Ferreira APROVADO

Belo Horizonte, 23 de dezembro de 2008.

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

Profª. Luci Fuscaldi Teixeira Salmela. Ph.D  
Coordenadora do Colegiado de Pós-Graduação em  
Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

### **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha família, meus pais e meu irmão, por estarem sempre presentes.

## AGRADECIMENTOS

À minha família, ao meu pai e minha mãe, por nunca medirem esforços para que eu pudesse concretizar os meus projetos de vida.

Ao meu irmão pela confiança que sempre depositou em mim e pela eterna amizade.

A Marcinha meu grande amor, além da participação fundamental para a concretização desse trabalho, caminha junto ao meu lado, me encantando a todo momento, me fazendo apaixonado a cada dia.

Ao Paulo, orientador e amigo, por ter acreditado nesta nossa parceria e por me proporcionar diversas oportunidades na fisioterapia.

A Manuela por toda amizade, confiança e oportunidades.

A Luci por toda colaboração e disponibilidade.

A todos os professores que participaram da minha graduação e pós graduação, em especial aos professores: Anderson, Fátima, Pertence, Ana Maria, Rosana, Gisele, João Marcos, Rosângela, Marisa e Sérgio.

Aos amigos e membros da Biomech, Thales e Renato, pela amizade e por me ajudarem a realizar um sonho.

Aos amigos, Mari (por toda ajuda na coleta dos dados), Têê, Vitim, Breno, Fernandinha, Luis Fernando, Mateus (*in memoriam*), Vinícius, Warley, Fabiano, Dudu, Daniel, Leandro, Gui, João Murilo, Cris, Fabiana e toda a turma da Spine, Smurfs, Mestrado, Zerolas e Fofato, pela amizade.

Às funcionárias do Departamento de Fisioterapia da UFMG, Marilane, Gilvânia, Margareth e Rivamar, pela ajuda em toda a burocracia necessária.

Aos meus alunos e estagiários, por me motivarem a seguir na vida acadêmica. E aos meus pacientes e voluntários pela confiança.

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>Capítulo 1 – INTRODUÇÃO</b>	9
1.1 - Objetivo do estudo	12
1.2 - Hipóteses do estudo	12
<b>Capítulo 2 – MATERIAIS E MÉTODOS</b>	13
2.1 – Amostra	13
2.2 – Instrumentação	15
2.3 – Procedimentos	17
2.3.1 - Medida da posição neutra e relaxada da coluna lombar	18
2.3.2 - Medida ultrasonográfica do recrutamento dos músculos abdominais	22
2.4 – Análise Estatística	27
<b>Capítulo 3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	28
<b>Capítulo 4 – “THE EFFECT OF LUMBAR POSTURE ON ABDOMINAL MUSCLE RECRUITMENT DURING AN ISOMETRIC LEG TASK”</b>	34
<b>Capítulo 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	58
<b>ANEXO 1</b>	60
<b>ANEXO 2</b>	61
<b>ANEXO 3</b>	62
<b>ANEXO 4</b>	63
<b>ANEXO 5</b>	64

## RESUMO

Dor lombar crônica não específica (DLC) é uma condição extremamente prevalente na população, sendo considerada um problema de alto impacto sócio-econômico. Indivíduos com DLC apresentam alteração no padrão de recrutamento dos músculos estabilizadores profundos da coluna. Uma intervenção que visa o treinamento específico desses músculos é comumente prescrita para essa população por apresentar um alto índice de sucesso. Dentre as estratégias utilizadas por essa abordagem terapêutica, o controle da postura neutra da coluna durante a realização de exercícios específicos tem sido clinicamente recomendada como facilitadora da ação dos músculos estabilizadores profundos da coluna. Essa posição é definida clinicamente com o paciente sentado sobre os ísquios e o manúbrio do esterno alinhado com a região anterior da pelve, com a manutenção da lordose lombar e cervical e transição suave para a cifose torácica. Apesar dos resultados clínicos favoráveis, ainda não se sabe se a posição em neutro da coluna é capaz de melhorar o recrutamento desses músculos. O objetivo do presente estudo foi comparar a influência de dois diferentes posicionamentos da coluna lombar, posição neutra e posição relaxada, no padrão de recrutamento dos músculos transversos abdominais (TrA), oblíquo interno (OI) e oblíquo externo (OE) em indivíduos assintomáticos e com DLC, durante a realização de uma tarefa com os membros inferiores. **Materiais e métodos:** O padrão de recrutamento dos músculos abdominais de 30 indivíduos com DLC e 30 indivíduos assintomáticos foram avaliados em 2 condições durante a realização de uma tarefa com os membros inferiores. As duas condições, posição neutra e posição relaxada da coluna lombar, foram utilizadas para simular a curvatura lombar mensurada na posição sentada neutra e na posição sentada relaxada. O padrão de recrutamento dos músculos TrA,



OI e OE foram avaliados por meio de imagens ultrasonográficas. **Resultados:** No grupo controle, a posição neutra apresentou uma espessura significativamente maior para o TrA ( $P < 0.001$ ) e OE ( $P = 0.027$ ) comparado com a posição relaxada. No grupo de indivíduos com DLC, não observou-se diferenças estatísticas entre as duas posições. **Conclusões:** No grupo controle, a curvatura lombar quando posicionada em neutro parece facilitar o recrutamento dos músculos estabilizadores profundos comparado com a posição relaxada ou flexionada da coluna lombar. Entretanto, nos indivíduos com DLC, a posição em neutro não foi capaz de promover a melhora do recrutamento desses músculos, sugerindo que outros mecanismos sejam responsáveis pela melhora clínica dos pacientes portadores de DLC que recebem treinamento dos músculos estabilizadores da coluna.

Palavras-chave: Dor lombar, músculos abdominais, ultrasonografia, coluna lombar.

**ABSTRACT**

Non-specific chronic low back pain (CLBP) is a prevalent condition with significant economic impact and personal costs. Patients with CLBP show an altered pattern of recruitment of the deep abdominal muscles. Intervention for this population aimed at retraining these muscles is usually prescribed based on evidence from randomized controlled trials. Among all the strategies used within this approach, the control of neutral position of the lumbar spine has been clinically associated with a reduction in pain and disability in CLBP. This position is defined clinically with the subject seated under the ischial tuberosities with the manubrium in alignment with the anterior aspect of the pelvis, involving the maintenance of a neutral pelvic tilt, lumbar e cervical lordosis and smooth transition to thoracic kyphosis. Despite the efficacy of this program, it is not known if neutral position of the lumbar spine can improve recruitment of the deep abdominal muscles. The aim of the present study was to compare the abdominal muscle recruitment (measured as a change in thickness with ultrasound imaging) between people with and without CLBP in two different lumbar postures, neutral lumbar posture (NLP) and slump lumbar posture (SLP), while performing an isometric leg task. **Material and methods:** The pattern of abdominal muscle recruitment of 30 subjects with CLBP and 30 controls were tested in 2 conditions while performing an isometric leg task. These conditions, NLP and SLP, were used in order to simulate the lumbar curvature found in upright and slump sitting. The recruitment pattern of transversus abdominis (TrA), obliquus internus (OI), and obliquus externus (OE) muscles were assessed by ultrasonography imaging. **Results:** In controls, NLP showed significantly more thickness in TrA ( $P < 0.001$ ) and OE ( $P = 0.027$ ) compared to SLP. In CLBP, no significant differences were found between the groups. **Conclusions:** In controls, lumbar curvature in a

more neutral posture seems to preferentially recruit deep abdominal stabilizing muscles compared with slump or fully flexed lumbar curvature. However, in CLBP neutral lumbar curvature alone is not capable of improving the recruitment of these muscles and other mechanisms might be associated with the positive clinical results of interventions aimed at training the deep muscles of the spine.

Key-words: low back pain, abdominal muscles, ultrasonography, lumbar spine.

## Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Dor Lombar é uma condição que afeta cerca de 60-70% da população em algum momento da vida<sup>1</sup> e pode ser classificada como específica, quando o sintoma é causado por um mecanismo patofisiológico específico, e não específica, quando o sintoma não possui uma causa claramente identificada<sup>2</sup>. Aproximadamente 90% de todas as queixas de pacientes com dor lombar são relacionadas à dor lombar não específica<sup>2</sup>. Sendo que em torno de 10-20% desses pacientes desenvolvem dor lombar crônica (DLC), definida como sintomas constantes por mais de 3 meses<sup>3</sup>. No Brasil, segundo a base de dados do sistema único de saúde, 19,8% das consultas ortopédico-hospitalares (288.166 atendimentos) são referentes a queixas de dor lombar<sup>4</sup>. Há um alto impacto sócio-econômico associado à DLC<sup>1</sup>, o que justifica o grande número de intervenções descritas na literatura na abordagem desta condição.

Várias intervenções têm sido propostas para o tratamento da DLC. São exemplos de intervenções: tratamentos ativos (exercícios gerais<sup>5</sup> e de controle motor<sup>6</sup>), agentes eletrofísicos (neuroestimulação elétrica transcutânea<sup>7</sup> e ondas curtas<sup>8</sup>), terapias manipulativas da coluna (mobilização e manipulação<sup>9</sup>), orientações educativas aos pacientes<sup>10</sup> e abordagens baseadas em psicologia (terapia cognitivo-comportamental<sup>11</sup>). Dentre todas estas intervenções, os exercícios de controle motor têm eficácia comprovada na diminuição da recorrência, dor e incapacidade associadas a essa condição<sup>12,13,14,15</sup>.

Os exercícios de controle motor visam recuperar a estabilidade da coluna por meio de um treinamento específico capaz de restabelecer os padrões de ativação muscular e estratégias posturais alteradas na presença de DLC<sup>16</sup>. Acredita-se que o mecanismo de estabilização nos indivíduos com DLC esteja deficiente, resultando

em uma condição hipotética conhecida como “Instabilidade Clínica”, na qual a perda do controle dos movimentos intervertebrais causa dor e/ou disfunções neurológicas<sup>17</sup>. Evidências apontam para a presença de padrões de recrutamento alterados especialmente dos músculos profundos do tronco, tais como o transversos abdominal (TrA)<sup>18,19,20</sup>, oblíquo interno (OI)<sup>18,19,20</sup>, multífidos<sup>21</sup>, diafragma e assoalho pélvico<sup>22</sup>, responsáveis em assegurar a estabilidade intersegmentar da coluna<sup>17</sup>. O padrão de alteração no recrutamento dos músculos TrA e OI é caracterizado pela perda da ativação antecipatória<sup>18,19,20</sup> e diminuição do volume muscular<sup>23</sup> desses músculos durante a realização de uma tarefa voluntária com os membros superiores<sup>18,20</sup> e inferiores<sup>19,23</sup>. Recentemente, estudos têm demonstrado que intervenções baseadas no treinamento específico desses músculos são eficazes em reverter a atividade antecipatória<sup>24</sup> e aumentar o volume muscular ultrasonográfico do músculo TrA<sup>25</sup>. É importante enfatizar que essa melhora do recrutamento do TrA se correlaciona com a diminuição da incapacidade dos indivíduos com DLC<sup>25</sup>.

O treinamento do recrutamento adequado dos músculos do tronco, tais como TrA e OI, têm sido proposto através de diversas estratégias terapêuticas<sup>26</sup>. Dentre as estratégias terapêuticas utilizadas encontram-se a informação tátil (palpação)<sup>26,27</sup>, instrução verbal<sup>28</sup> e informação visual (imagens de ultra-som)<sup>29</sup>. Outra manobra comumente empregada pelos clínicos que lidam com pacientes portadores de DLC na tentativa de se incentivar o aumento do recrutamento dos músculos profundos do tronco, particularmente o TrA, é o posicionamento da coluna em neutro<sup>30</sup>. Esse posicionamento é definido clinicamente, sob orientação do terapeuta, com o paciente sentado sobre os ísquios e o manúbrio do esterno alinhado com a região anterior da pelve, com a manutenção da lordose lombar e cervical e transição suave para a cifose torácica<sup>16</sup>. A hipótese é de que a posição neutra da coluna lombar

favoreça o controle dos movimentos intervertebrais por facilitar o recrutamento dos músculos profundos, posicionando-os em um comprimento-tensão mais adequado para a geração de torque<sup>16</sup>, e, conseqüentemente, diminuindo o estresse físico aplicado sobre estruturas osteoligamentares (discos intervertebrais, ligamentos e articulações facetárias)<sup>17</sup>.

A posição neutra da coluna tem se mostrado eficaz para aumentar a ativação eletromiográfica dos músculos profundos da coluna cervical e do complexo lombo-pélvico, tais como multifídeos<sup>31,32,33,34</sup>, flexores cervicais profundos<sup>33</sup> e a musculatura do assoalho pélvico<sup>35</sup> durante a manutenção da postura estática. Além disso, um ensaio clínico aleatorizado demonstrou que uma intervenção clínica baseada no monitoramento e incentivo da manutenção da posição neutra lombar durante a realização de exercícios de estabilização é eficaz na redução da dor e incapacidade em indivíduos portadores de DLC<sup>12</sup>. Por outro lado, a postura relaxada da coluna lombar parece influenciar de forma negativa a ativação do músculo multifídeos em indivíduos assintomáticos<sup>31,32</sup>, sendo que essa postura é clinicamente associada à reprodução dos sintomas em DLC<sup>30</sup>. Portanto, a pergunta que se coloca é: o posicionamento em neutro da coluna lombar recruta os músculos abdominais de maneira diferente comparado com a postura relaxada quando a estabilidade da coluna é desafiada? Não foram encontrados na literatura, estudos que investigaram a influência da posição neutra da coluna lombar no padrão de recrutamento dos músculos abdominais tais como TrA, OI e OE, durante a realização de uma tarefa com os membros inferiores responsável por exigir a participação do mecanismo de estabilização da coluna para contrapor as forças reativas impostas á coluna.

### 1.1 - Objetivo do estudo

O objetivo do presente estudo foi comparar a influência de dois diferentes posicionamentos da coluna lombar, posição neutra e posição relaxada, no padrão de recrutamento dos músculos TrA, OI e OE em indivíduos assintomáticos e com DLC, durante a realização de uma tarefa com os membros inferiores.

### 1.2- Hipóteses do estudo

Hipótese nula: Não existe diferença entre o padrão de recrutamento dos músculos abdominais quando comparamos a situação em que a coluna lombar está em neutro com a situação que simula a postura relaxada, em ambas as populações investigadas no estudo, indivíduos assintomáticos e indivíduos com DLC.

Hipótese alternativa: O padrão de recrutamento dos músculos abdominais quando a coluna lombar é posicionada em neutro é diferente da situação que simula a postura relaxada da coluna lombar, em ambas as populações investigadas no estudo, indivíduos assintomáticos e indivíduos com DLC.

## Capítulo 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- Amostra

Sessenta voluntários, com idade entre 18 e 60 anos, participaram do estudo, sendo 30 participantes pertencentes ao grupo controle e 30 pertencentes ao grupo de dor lombar. Para serem incluídos no grupo controle, os participantes deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão:

- não apresentar história de dor lombar que tenha provocado afastamento do trabalho ou restringido suas atividades;
- estar livres de doenças presentes na coluna, na pelve e nos quadris ou de disfunções de natureza neurológica ou respiratória.

Os participantes seriam excluídos se:

- apresentassem algum desconforto ou dor durante o procedimento de coleta do presente estudo.

Os critérios de inclusão do grupo de dor lombar foram:

- possuir sintomas relacionados à dor lombar crônica (por no mínimo 3 meses) de origem não específica com ou sem dor referida para a perna, mas sem déficit neurológico (atestados por pelo menos 2 dentre 3 testes: testes de reflexos, testes sensitivos e testes de miótomos). Caso os participantes apresentassem osteoartrite, grau I de espondilólise e espondilolistese ou protusão/herniação/prolapso discal, eles seriam incluídos nesse grupo pelo fato dessas patologias serem classificadas na literatura como dor lombar não específica.

Os participantes foram excluídos desse grupo se:



- submetidos à cirurgia de coluna e abdominal nos últimos 12 meses;
- apresentassem exame que comprove gravidez;
- houver suspeita ou diagnóstico de patologia grave na coluna (espondiloartropatias inflamatórias, fraturas, tumor maligno, síndrome da cauda eqüina, ou infecção);
- apresentassem algum desconforto ou dor durante o procedimento de coleta do presente estudo.
- apresentar pontuação de no mínimo 2 pontos no Questionário Roland Morris Disability<sup>36</sup> (anexo 2) e no mínimo de 2 unidades na Escala 0–10 de Dor<sup>37</sup> (anexo 3).

Com o objetivo de caracterizar o grupo de dor lombar foram coletados ainda dados referentes aos desfechos de cinesiofobia e função, avaliados por meio da Escala Tampa adaptada a população brasileira<sup>38</sup> (anexo 4) e da Escala de Função Específica do Paciente<sup>39</sup> (anexo 5), respectivamente. Para a caracterização da amostra de ambos os grupos foram coletados dados referentes ao sexo, idade, altura e peso (tabela 1).

A amostra foi recrutada por conveniência, sendo composta por acadêmicos e funcionários da Universidade Federal de Minas Gerais, além de pacientes das clínicas particulares da região metropolitana de Belo Horizonte. O cálculo amostral, baseado em um estudo piloto prévio, visou detectar uma diferença de 6% de aumento de espessura ultrasonográfica do TrA, com desvio padrão de 8.0;  $\beta = 0,20$  e  $\alpha = 0,05$ . Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido concordando em participar do estudo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (parecer nº, ETIC 505/07) (Anexo 1).

**Tabela 1.** Caracterização da amostra.

	Grupo Controle	Grupo DLC
Sexo*		
Homens	17 (56,7%)	9 (30,0%)
Mulheres	13 (43,3%)	21 (70,0%)
Idade (anos)	41.3 (10.9)	42.9 (13.4)
Peso (kg)	70.1 (11.7)	68.8 (11.5)
Altura (cm)	168.3 (8.7)	167.2 (9.1)
Dor (escala 0-10)	–	5.5 (1.93)
RM	–	7.3 (3.96)
Tampa	–	36.3 (5.72)
PSFS	–	4.3 (1.87)

Valores: média (frequência) ou média (desvio-padrão). \*P < 0.05. DLC, Dor Lombar Crônica; RM, Questionário Roland Morris Disability; PSFS, Escala de Função Específica do Paciente.

## 2.2 – Instrumentação

O padrão de recrutamento dos músculos abdominais foi mensurado através de medidas ultrasonográficas de ativação muscular de acordo com o protocolo desenvolvido por Ferreira et al.(2004)<sup>23</sup>. No presente estudo, esse protocolo foi adaptado com o objetivo de simular a ângulação da curvatura lombar presente quando o indivíduo é posicionado na postura sentada neutra, ou “upright sitting posture”, e a postura sentada relaxada, ou “slump sitting posture”. As simulações dessas duas condições foram realizadas com o participante deitado sobre cunhas específicas que posicionavam a curvatura lombar em angulações semelhantes à encontrada quando o participante estava na postura sentada neutra e na postura sentada relaxada. As cunhas foram individualmente selecionadas de acordo com o

ângulo da lordose lombar mensurado por meio de uma régua flexível com o participante posicionado nas duas posturas sentadas.

Para medir a massa e a altura corporais foi utilizada uma balança com altímetro. As posições dos quadris e joelhos durante o posicionamento do participante nas posturas sentadas e na posição do protocolo foram medidas com um goniômetro universal.

O ângulo da curvatura lombar dos participantes nas duas posições sentadas investigadas foi medido por uma régua flexível de 40cm (TRIDENT, Brasil). A régua era moldada de acordo com a curvatura lombar e, em seguida, seu formato era transferido para uma folha de papel milimetrada, onde os parâmetros necessários para o cálculo do ângulo eram obtidos. O terapeuta responsável por essas mensurações apresentou boa confiabilidade intra-examinador, com o coeficiente de correlação intraclassa (ICC<sub>(3,1)</sub>) igual a 0,86 (IC95% [0,72 a 0,94]).

As medidas ultrasonográficas de recrutamento dos músculos do tronco foram realizadas com um transdutor linear de 10 cm, 7.5 MHz (Siemens) acoplado ao ultra-som (Sonoline SL1, Siemens). O Ultra-som estava conectado a uma placa de captura de vídeo externa (Pinnacle Studio Movie Box) que por sua vez estava conectada por uma porta USB 2.0 a um notebook (HP, AMD Turion, 2.0GHz, 1GB RAM) com o software de armazenamento de vídeos (Pinnacle Studio, versão 9.4) instalado. As imagens foram armazenadas no formato Mpeg4, e analisadas posteriormente. Um estudo prévio foi realizado para determinar a confiabilidade do responsável que realizou a mensuração das imagens desse estudo, o ICC<sub>(3,1)</sub> encontrado para o TrA, OI e OE foram 0.89 (IC95%= 0.76 to 0.96), 0.75 (IC95%= 0.50 to 0.89) e 0.50 (IC95%= 0.09 to 0.77), respectivamente. Para a avaliação dos indivíduos pertencentes ao grupo de DLC com relação às variáveis dor,

incapacidade, função e cinesiofobia foram utilizados a Escala 0–10 de Dor <sup>37</sup>, o Questionário Roland Morris Disability adaptado a população brasileira <sup>36</sup>, a Escala de Função Específica do Paciente<sup>39</sup> e a Escala Tampa adaptada a população brasileira<sup>38</sup>, respectivamente.

### 2.3 - Procedimento

Após a explicação dos procedimentos e assinatura do termo de consentimento, os participantes foram submetidos às medidas de massa e altura corporais. Posteriormente, os participantes quando pertencentes ao grupo de dor lombar preenchem os questionários para a caracterização da amostra. Em seguida, foi medido o ângulo da curvatura lombar com o voluntário sentado em duas diferentes posições: postura sentada neutra ou “upright sitting posture” e a postura sentada relaxada ou “slump sitting posture”. Os ângulos obtidos foram usados na adaptação do protocolo desenvolvido por Ferreira et al. (2004)<sup>23</sup>. O objetivo dessa adaptação foi avaliar o recrutamento dos músculos abdominais em duas situações, uma situação deveria simular a postura sentada neutra e a outra a postura sentada relaxada. Essa adaptação consistiu na utilização de cunhas específicas capazes de posicionar a curvatura lombar em angulações semelhantes à encontrada quando o participante se encontrava sentado nas duas posições. Assim, a mensuração ultrasonográfica do padrão de recrutamento dos músculos do tronco foi realizada com o participante posicionado em decúbito dorsal em duas situações, posição neutra da coluna lombar simulando a postura sentada neutra, e a posição relaxada da coluna lombar simulando a postura sentada relaxada.

### 2.3.1 - Medida da postura neutra e relaxada da coluna lombar

Para a adaptação do protocolo simulando a angulação da curvatura lombar nas duas situações, postura sentada neutra e postura sentada relaxada, foram utilizadas cunhas de diferentes tamanhos na coluna lombar, confeccionadas a partir de um estudo piloto prévio. A seleção das cunhas para as duas situações foi realizada de acordo com o ângulo da curvatura lombar, mensurado com o participante na postura sentada neutra, sob orientação de um terapeuta, e na postura sentada relaxada, sendo essa a postura comumente adotada pelo participante quando sentado em uma cadeira sem apoio para as costas.

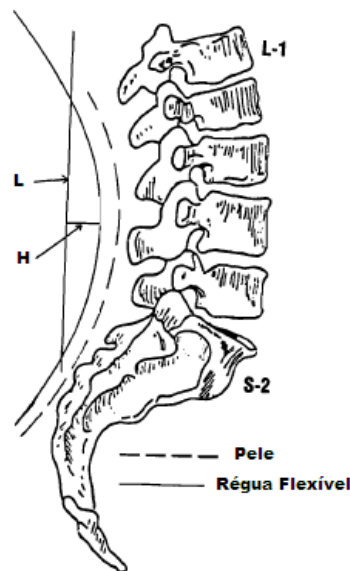
A postura sentada neutra foi escolhida por ser uma postura freqüentemente encorajada pelo fisioterapeuta na reeducação postural e no treinamento dos músculos estabilizadores da coluna lombar de pacientes com DLC. Um estudo piloto prévio foi realizado para a determinação das dimensões das cunhas. Neste estudo foi realizada a medida da angulação da curvatura lombar de 22 indivíduos (12 assintomáticos e 10 com DLC) posicionados na postura sentada neutra e na postura sentada relaxada, com os quadris posicionados em 50° em relação à linha horizontal. A postura sentada neutra foi orientada pelo terapeuta e definida clinicamente como o posicionamento adequado da pelve, com a manutenção da lordose lombar e cervical e transição suave para a cifose torácica. Essa posição coincide normalmente com o paciente sentado sobre os ísquios e o manúbrio do esterno alinhado com a região anterior da pelve<sup>16</sup>. A postura sentada relaxada foi escolhida a partir da postura comumente adotada pelo participante quando sentado em uma cadeira sem apoio para as costas e sem qualquer orientação do terapeuta.

Para a mensuração da angulação da curvatura lombar foi utilizada uma régua flexível de 40cm (TRIDENT, Brasil). Para o cálculo da curvatura lombar foi utilizada a fórmula:  $\theta = 4 \times [\arctan(2H/L)]^{40}$ , sendo  $L$  a distância entre os processos espinhosos de L1 e S2 e  $H$  a distância perpendicular entre o ponto médio de  $L$  e a curvatura (figura 1). Ângulos com valores positivos se referem à presença de lordose lombar e os valores negativos se referem à presença de cifose lombar. As medidas da angulação da curvatura lombar dos 22 indivíduos nas duas situações, um total de 44 medidas (média= 25,5°; DP= 19,8°; amplitude= -25° a 63°), foram divididas em 5 partes iguais utilizando os percentis: P0= -25°, P20= 10°, P40= 20°, P60= 32°, P80= 45° e P100=63°. Dessa forma, as 5 cunhas foram confeccionadas com angulações que representavam os pontos médios entre P0 – P20, P20 – P40, P40 – P60, P60 – P80, P80 – P100, resultando em 5 cunhas com angulações -8°, 15°, 26°, 39°, 54°. As 4 cunhas com angulações positivas são de madeira no formato meia-lua (figura 2A) com as seguintes dimensões: comprimento padronizado em 14cm, o que representa a média dos valores de  $L$  entre todas as medidas das curvaturas lombares realizadas; largura padronizada em 40cm, para cobrir toda a região lombar de indivíduos de diferentes estaturas; e alturas 0,5cm, 0,8cm, 1,2cm e 1,7cm correspondentes às angulações 15°, 26°, 39°, 54°, respectivamente.

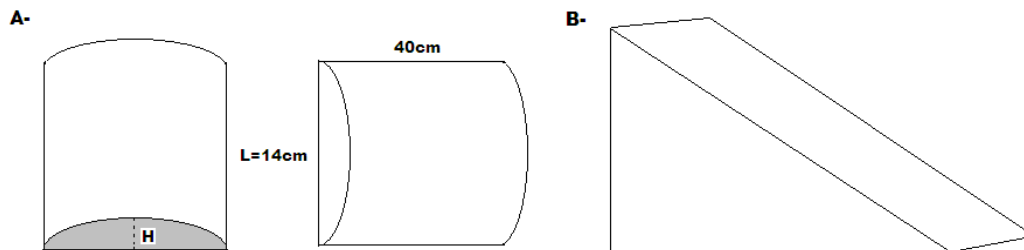
Para a cobertura da cunha foi escolhido o material EVA de 8 mm de espessura para simular a espessura da régua, além de deixá-la mais confortável. Para a construção da cunha com angulação de -8°, seria necessário confeccionar uma cunha invertida com profundidade 0,2cm. Dada a inviabilidade de se posicionar o participante em uma cunha invertida optou-se em confeccionar uma cunha no

formato triangular (figura 2B) para ser posicionada na coluna torácica. Assim, a coluna lombar seria mantida retificada.

Como dito anteriormente, a seleção das cunhas nas duas situações experimentais (posição neutra e posição relaxada) dependia do ângulo da curvatura lombar mensurado na postura sentada neutra e na postura sentada relaxada. Assim, a cunha selecionada foi aquela respectiva ao intervalo dos percentis no qual o ângulo mensurado se encontrava (Tabela 2). Por exemplo, o ângulo mensurado igual  $28^\circ$  pertence ao intervalo entre o P40-P60 ( $20^\circ$  a  $32^\circ$ ), sendo a cunha escolhida de altura 0,8cm. Caso o ângulo medido seja igual ao maior valor do intervalo, convencionou-se selecionar a cunha referente ao intervalo seguinte. A ordem do teste de ultrasonografia (posição neutra e posição relaxada) foi decidida de maneira aleatorizada. Todo o protocolo do teste foi realizado em cada uma das posições.



**Figura 1.** Desenho esquemático do aparato para mensuração da curvatura lombar. *L* representa a distância entre os processos espinhosos de L1 e S2. *H* representa a distância perpendicular entre o ponto médio de *L* e a curvatura.



**Figura 2.** Desenho esquemático das cunhas utilizadas.

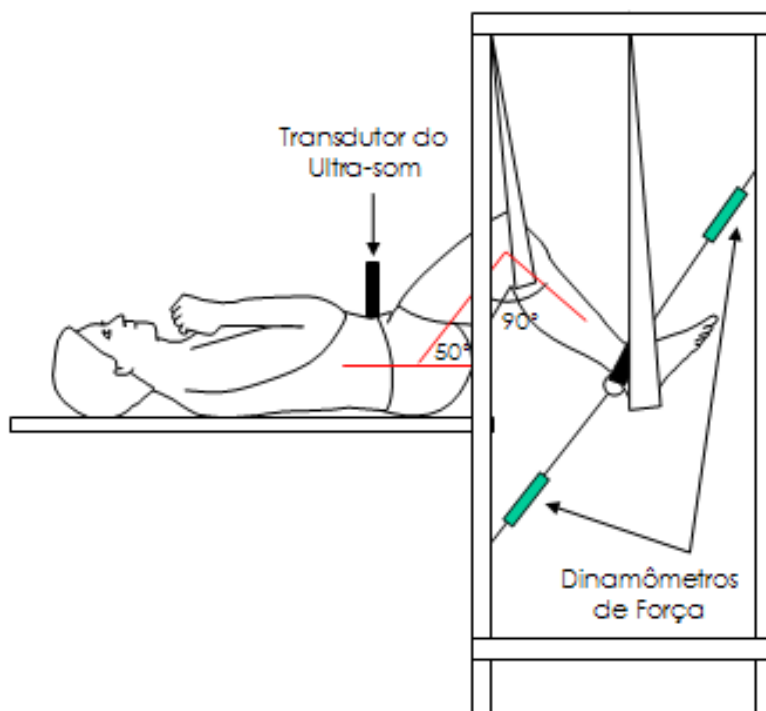
**Tabela 2.** Cunhas que devem ser selecionadas de acordo com o intervalo que o ângulo mensurado pertence.

Cunhas	Triangular	Meia-lua 0,5cm	Meia-lua 0,8cm	Meia-lua 1,2cm	Meia-lua 1,7cm
Intervalo percentil	P0–P20	P20–P40	P40–P60	P60–P80	P80–P100
Intervalo que contém o ângulo mensurado	-25°–10°	10° – 20°	20°–32°	32°–45°	45°–63°



### 2.3.2- Medida ultrasonográfica do recrutamento dos músculos do tronco

Para aquisição das imagens ultrasonográficas dos músculos abdominais TrA, OI e OE, foi utilizado o protocolo proposto e validado por Ferreira et al. (2004)<sup>23</sup>. O posicionamento dos pacientes foi mantido por um aparato, adaptado de um sistema já existente<sup>23</sup>. Esse aparato consiste em uma armação metálica formada apenas pelas arestas em forma de paralelogramo (figura 3). A estrutura permite regulação de altura, largura, comprimento e profundidade, com o objetivo de se adaptar às diferentes dimensões de macas e ao tamanho dos participantes. Da região superior do aparato saem duas faixas de sustentação, uma que sustenta o peso e imobiliza os membros inferiores por meio dos joelhos, e a outra que sustenta o peso e imobiliza por meio dos tornozelos. Essas duas faixas de sustentação são ajustáveis e responsáveis por manter os membros inferiores no posicionamento proposto pelo protocolo, que consiste em posicionar o voluntário deitado em decúbito dorsal em uma maca, com os braços cruzados sobre o peito, os quadris com flexão de 50° e joelhos com flexão de 90°. As laterais das arestas do aparato apresentam furos nos quais é introduzida uma barra onde o dinamômetro é acoplado e por meio de uma corrente a outra ponta do dinamômetro é acoplada a uma terceira faixa que prende os tornozelos dos participantes.



**Figura 3.** Desenho esquemático do aparato para mensuração ultrasonográfica dos

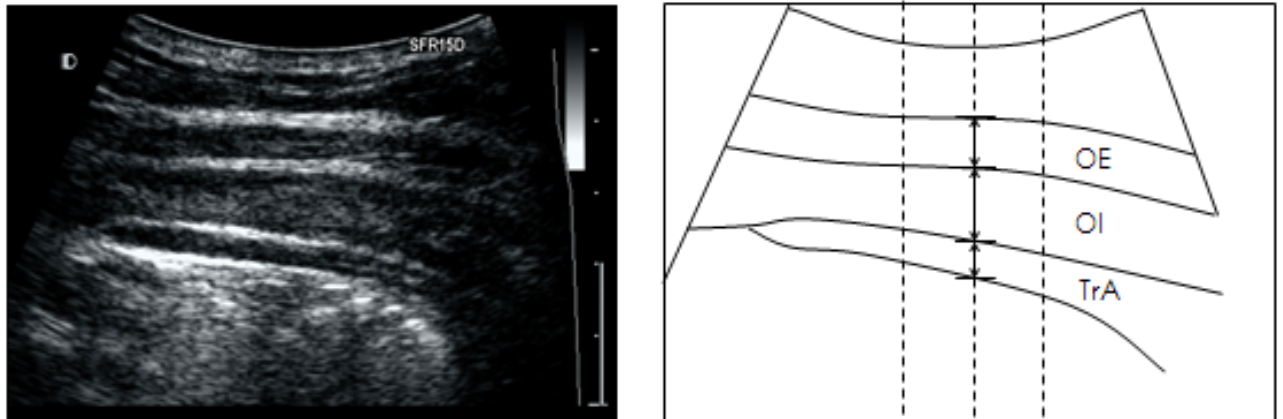
Uma vez que os participantes se encontravam posicionados adequadamente no aparato, o pesquisador posicionava transversalmente o transdutor do ultra-som na parede abdominal em uma linha média localizada entre o gradil costal e a crista ilíaca<sup>23</sup>. A borda medial do transdutor, indicada por um *led* amarelo, foi posicionada a 10 cm da linha média (cicatriz umbilical) e a partir desta posição inicial o transdutor foi reposicionado de forma a garantir que a borda medial do músculo TrA permanecesse a 2cm da borda medial da imagem ultrasonográfica quando o voluntário estivesse em repouso. Após o posicionamento do transdutor foi capturado um par de imagens, sendo a primeira imagem capturada com o paciente em repouso (imagem de repouso), seguida de uma segunda imagem capturada durante a

execução de uma tarefa com os membros inferiores (imagem de contração), tarefa na qual o indivíduo realiza contração isométrica de flexão ou extensão dos joelhos e quadris. Foi armazenado um total de 6 pares de imagens, três pares para cada direção de contração isométrica. A escolha da ordem das medidas das tarefas de flexão e extensão do joelho foi realizada de forma aleatória. As medidas foram obtidas nas duas direções de contração (flexão e extensão) com o objetivo de se investigar a característica não direcional inespecífica dos músculos estabilizadores intersegmentares<sup>23</sup>.

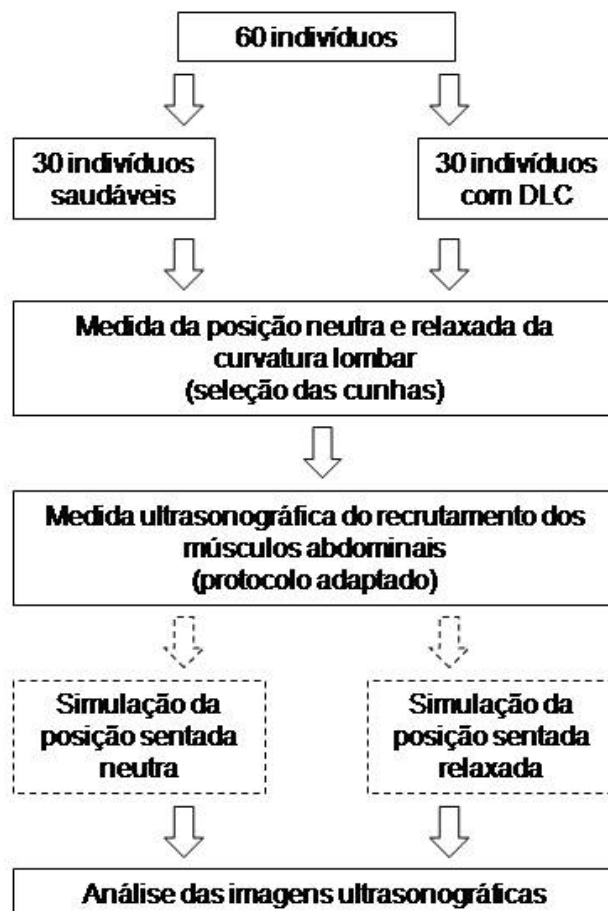
A força executada durante a contração isométrica de flexão e extensão do joelho foi padronizada e consistiu de uma força que representasse 7,5% do peso corporal do voluntário. Estudos anteriores mostraram uma relação linear entre atividade eletromiográfica e espessura ultrasonográfica nas contrações que representassem até 20% da contração voluntária máxima (CVM) dos músculos abdominais<sup>41</sup>. Desta forma, medidas ultrasonográficas adquiridas por meio de contrações abaixo de 20% da CVM permitem avaliar a atividade muscular dos músculos do tronco<sup>41</sup>. Um estudo prévio mostrou que uma força de 7,5% do peso corporal de extensão ou flexão na posição do protocolo corresponde a aproximadamente 20% da CVM, mantendo assim a correlação entre o traçado eletromiográfico e a medida ultrasonográfica<sup>23</sup>. O protocolo baseado nesta força foi suficiente para discriminar indivíduos assintomáticos de indivíduos com história de dor lombar, apontando para um aumento médio da espessura do TrA e OI em relação ao repouso significativamente menor para o grupo de dor lombar durante a execução da tarefa com os membros inferiores<sup>23</sup>. É importante destacar que os achados discriminatórios encontrados por meio da medida ultrasonográfica foram similares aos encontrados com a eletromiografia intramuscular<sup>23</sup>.

Os dados armazenados provenientes do ultra-som foram posteriormente convertidos em imagens no formato JPG que em seguida foram enviadas para análise no software Distance®. O examinador foi cegado com relação à ordem de captura dentro do par de imagens, imagem de repouso seguida da imagem contração. As imagens foram sobrepostas por um *grid* e foram realizadas as medidas da espessura dos músculos TrA, OI e OE em três pontos pré-determinados, um localizado no ponto médio da imagem ultrasonográfica e outros dois localizados 1cm à direita e à esquerda do ponto médio (figura 4). Foram utilizadas como referência as bordas das regiões hipoecoicas (regiões esbranquiçadas), que refletem de maneira lenta as ondas do ultra-som, e representam as fâscias que separam os músculos. Para calcular a porcentagem da alteração entre o par de imagens, imagem de repouso e imagem de contração, foi utilizada a seguinte fórmula:  $\frac{C - R}{R} \times 100 = \%$ , onde C representa a média das medidas dos três pontos pré-determinados de uma imagem de contração, e R representa a média das medidas dos três pontos pré-determinados de uma imagem de repouso. O valor encontrado, obtido em porcentagem, representa o aumento da espessura do músculo durante a execução da tarefa em relação à espessura de repouso. A validade dessa medida está condicionada a análise da espessura do músculo na imagem de contração em relação à espessura mensurada na imagem de repouso capturada previamente a execução da tarefa. Essas são as imagens que formam o par de imagens utilizado na fórmula acima. Para a determinação da medida final da espessura do músculo foi realizada a média entre os 6 pares de imagens e o resultado final foi utilizado para inferir a atividade muscular. Essa medida foi realizada para cada um dos músculos abdominais: TrA, OI e OE.

A figura 5 mostra todas as etapas do estudo, da seleção dos indivíduos à análise das imagens ultrasonográficas.



**Figura 4.** Imagem Ultrasonográfica e modelo de medida da espessura dos músculos abdominais TrA, OI e OE.



**Figura 5.** Fluxograma das etapas do estudo.

## 2.4 - Análise Estatística

Para caracterização da amostra a partir dos dados coletados durante a avaliação física e aplicação dos questionários (Anexo 2,3,4,5) foram realizadas medidas de tendência central (média ou mediana) e de variabilidade (desvio padrão). Para avaliação da diferença entre os grupos DLC e controle, chi-quadrado foi utilizado para dados nominais (sexo) e teste t-student independente para os seguintes dados: idade, altura, massa e curvatura lombar (tabela 1).

Para a análise dos dados da espessura dos músculos abdominais em diferentes posições foi utilizado a two-way analysis of variance (2-Way-ANOVA) com medidas repetidas e *between factors* sendo a condição de dor lombar ou não e o *within-factor* sendo as posições adotadas de posição sentada neutra e posição sentada relaxada. Análises separadas foram realizadas para os músculos TrA, OI e OE. Como a ANOVA detectou fatores principais (*main factors*) e/ou fator de interação (*interaction factor*), *Duncan's post hocs* foram utilizados para se investigar as diferenças entre os fatores em situações específicas.

**Capítulo 3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. WADDELL, G. **The Back Pain Revolution**. 2. ed. London: Churchill Livingstone, 2004.
2. VAN, T. M. et al. Low back pain. **Best.Pract.Res.Clin.Rheumatol.**, 16, n. 5, p. 761-775, Dec. 2002
3. Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for low back pain. **Phys.Ther.**, 81, n. 10, p. 1641-1674, Oct. 2001
4. Datasus. Informações de Saúde do Sistema Único de Saúde/Ministério da Saúde/Brasil. **www.datasus.gov.br**. Acesso dos dados 07/12/2003
5. MOFFETT, J. K. et al. Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical outcomes, costs, and preferences. **BMJ**, 319, n. 7205, p. 279-283, 31 July 1999
6. HODGES, P. W. Core stability exercise in chronic low back pain. **Orthop.Clin.North Am.**, 34, n. 2, p. 245-254, Apr. 2003
7. KHADILKAR, A. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic low-back pain. **Cochrane.Database.Syst.Rev.**, 3, p. CD003008-2005

8. FOSTER, N. E. et al. Management of nonspecific low back pain by physiotherapists in Britain and Ireland. A descriptive questionnaire of current clinical practice. **Spine**, 24, n. 13, p. 1332-1342, 1 July 1999
9. BRONFORT, G. et al. Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis. **Spine J.**, 4, n. 3, p. 335-356, May 2004
10. HEYMANS, M. W. et al. Back schools for nonspecific low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. **Spine**, 30, n. 19, p. 2153-2163, 1 Oct. 2005
11. OSTELO, R. W. et al. Behavioural treatment for chronic low-back pain. **Cochrane.Database.Syst.Rev.**, 1, p. CD002014-2005
12. SUNI, J. et al. Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: a 12-month randomized controlled study. **Spine**, 31, n. 18, p. E611-E620, 15 Aug. 2006
13. FERREIRA, P. H. et al. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review. **Aust.J.Physiother.**, 52, n. 2, p. 79-88, 2006
14. O'SULLIVAN, P. B. et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. **Spine**, 22, n. 24, p. 2959-2967, 15 Dec. 1997



15. FERREIRA, M. L. et al. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial. **Pain**, 131, n. 1-2, p. 31-37, Sept. 2007
16. HODGES, P. W. et al. Lumbar spine: Treatment of instability and disorders of movement control. In: MAGEE, D. J. et al. **Musculoskeletal Rehabilitation**. 2007. -.
17. PANJABI, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. **J.Electromyogr.Kinesiol.**, 13, n. 4, p. 371-379, Aug. 2003
18. HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. **Spine**, 21, n. 22, p. 2640-2650, 15 Nov. 1996
19. HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. **J.Spinal Disord.**, 11, n. 1, p. 46-56, Feb. 1998
20. HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 80, n. 9, p. 1005-1012, Sept. 1999
21. HIDES, J. A. et al. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. **Spine**, 19, n. 2, p. 165-172, 15 Jan. 1994

22. O'SULLIVAN, P. B. et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. **Spine**, 27, n. 1, p. E1-E8, 1 Jan. 2002
23. FERREIRA, P. H. et al. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. **Spine**, 29, n. 22, p. 2560-2566, 15 Nov. 2004
24. TSAO, H.; HODGES, P. W. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. **J.Electromyogr.Kinesiol.**, 1 Mar. 2007
25. FERREIRA, P. H. et al. Do changes in recruitment of transversus abdominis, measured with ultrasonography, correlate with clinical outcomes in people with chronic low back pain? (**Artigo Submetido**), 2007
26. RICHARDSON, C. et al. **Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach**. 1. ed. London: Churchill Livingstone, 1999.
27. COSTA, L. O. et al. Short report: intra-tester reliability of two clinical tests of transversus abdominis muscle recruitment. **Physiother.Res.Int.**, 11, n. 1, p. 48-50, Mar. 2006

28. CRITCHLEY, D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. **Physiother.Res.Int.**, 7, n. 2, p. 65-75, 2002
29. HENRY, S. M.; WESTERVELT, K. C. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. **J.Orthop.Sports Phys.Ther.**, 35, n. 6, p. 338-345, June 2005
30. O'SULLIVAN, P. B. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. **Man.Ther.**, 5, n. 1, p. 2-12, Feb. 2000
31. O'SULLIVAN, P. B. et al. Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population. **Spine**, 31, n. 19, p. E707-E712, 1 Sept. 2006
32. O'SULLIVAN, P. B. et al. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. **Spine**, 27, n. 11, p. 1238-1244, 1 June 2002
33. FALLA, D. et al. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. **Man.Ther.**, 7 Aug. 2006
34. MCGILL, S. M. et al. Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensor muscles. **Clin.Biomech.(Bristol., Avon.)**, 15, n. 10, p. 777-780, Dec. 2000

35. SAPSFORD, R. R. et al. Sitting posture affects pelvic floor muscle activity in parous women: an observational study. **Aust.J.Physiother.**, 52, n. 3, p. 219-222, 2006
36. NUSBAUM, L. et al. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire--Brazil Roland-Morris. **Braz.J.Med.Biol.Res.**, 34, n. 2, p. 203-210, Feb. 2001
37. ROSS, R. L. P. Clinical assessment of pain. In: VAN DIEEN, J. H. **Assessment in Occupational Therapy and Physical Therapy**. Philadelphia: WB Saunders, 1997. 123-133.
38. SIQUEIRA, F. B. et al. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala Tampa de cinesiofobia. *Acta Ortop. Bras.*, 15, n.1,p. 19-24, 2007.
39. WESTAWAY, M. D. et al. The patient-specific functional scale: validation of its use in persons with neck dysfunction. **J.Orthop.Sports Phys.Ther.**, 27, n. 5, p. 331-338, May 1998
40. LINK, C. S. et al. Lumbar curvature in standing and sitting in two types of chairs: relationship of hamstring and hip flexor muscle length. **Phys.Ther.**, 70, n. 10, p. 611-618, Oct. 1990
41. HODGES, P. W. et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. **Muscle Nerve**, 27, n. 6, p. 682-692, Jun. 2003.

**Capítulo 4 – ARTIGO****THE EFFECT OF LUMBAR POSTURE ON ABDOMINAL MUSCLE RECRUITMENT  
DURING AN ISOMETRIC LEG TASK****ABSTRACT**

Study design: A cross-sectional comparative study between healthy controls and chronic low back pain (CLBP) patients.

Objective: To compare abdominal muscle recruitment (measured as a change in thickness with ultrasound imaging) between people with and without CLBP in two different lumbar postures, neutral lumbar posture (NLP) and slump lumbar posture (SLP), while performing an isometric leg task.

Summary of Background Data: Although therapeutic interventions focusing on the control of neutral lumbar spine have demonstrated good clinical results, it is not known whether neutral lumbar posture can improve the recruitment of the deep abdominal muscles.

Methods: The pattern of abdominal muscle recruitment of 30 subjects with CLBP and 30 controls were tested in 2 conditions while performing isometric low load tasks with their limb suspended. The 2 conditions, NLP and SLP, were used in order to simulate the lumbar curvature commonly found in upright and slump sitting. The upright sitting was defined clinically with the subject seated under the ischial tuberosities with the manubrium in alignment with the anterior aspect of the pelvis, involving the maintenance of a neutral pelvic tilt, lumbar e cervical lordosis and smooth transition to thoracic kyphosis, whereas the slump sitting posture was defined as a commonly adopted relaxed posture while sitting in an unsupported chair. The pattern of recruitment of transversus abdominis (TrA), obliquus internus (OI), and obliquus externus (OE) were assessed by ultrasonography imaging.

Results: In controls, NLP showed significantly more thickness in TrA ( $P < 0.001$ )

and OE ( $P = 0.027$ ) compared to SLP. In CLBP, no significant differences were found between the two positions.

**Conclusions:** In controls, lumbar curvature in a more neutral posture seems to preferentially recruit deep abdominal stabilizing muscles compared with slump or fully flexed lumbar curvature. However, in CLBP patients, neutral lumbar curvature alone is not capable of improving the recruitment of these stabilizing muscles.

**Key Words:** low back pain, abdominal muscles, ultrasonography, lumbar spine.

## Introduction

Non-specific chronic low back pain (CLBP), defined as pain and disability persisting for more than 3 months without clear specific cause<sup>1</sup>, is a prevalent condition in industrialized societies representing a significant economic and social burden<sup>2</sup>. A great variety of therapeutic interventions have been proposed for the treatment of CLBP, including: active treatments such as general exercises<sup>3</sup> and motor control exercises<sup>4</sup>; electrotherapy<sup>5</sup>; spinal manipulative therapy<sup>6</sup>; advice and education<sup>7</sup>; and cognitive-behavioural therapy<sup>8</sup>. Among all these interventions, motor control exercises have been advocated as an effective treatment for the low success rate associated with general treatment of this condition<sup>9-11</sup>.

Motor control exercises aim to restore the coordination and control of the pattern of trunk muscle recruitment and postural strategies frequently altered in CLBP<sup>4;12</sup>. Evidence supports the presence of an altered abdominal muscles recruitment in CLBP affecting specific deep stabilizing muscles such as transversus abdominis (TrA)<sup>13-15</sup>, obliquus internus (OI)<sup>13-15</sup>, multifidus<sup>16</sup>, diaphragm and pelvic floor muscles<sup>17</sup>. The altered recruitment pattern of TrA and OI in CLBP is characterized by delayed onset<sup>13-15</sup> and reduced thickness<sup>18</sup> during voluntary tasks with upper<sup>13;15</sup> and lower limb<sup>14;18</sup>. Recently, studies have shown that interventions targeting isolated retraining of specific deep muscles are effective in restoring the timing of TrA onset<sup>19</sup> and the increase in TrA thickness<sup>20</sup>. Furthermore, the improvement in TrA recruitment correlates with the decrease in disability in CLBP<sup>20</sup>.

A great variety of therapeutic strategies have been proposed in order to re-train the deep abdominal muscles. Among these strategies, indirectly palpation of TrA<sup>21</sup>, verbal instruction<sup>22</sup> and visual information by ultrasound imaging<sup>23</sup> may help physiotherapists dealing with training deep abdominal muscles in clinical practice. Another type of strategy commonly used

in the retraining of the deep spinal muscles is to promote the control of lumbar neutral zone by preserving the lumbar lordosis while sitting or performing motor control exercises<sup>24</sup>. The ideal neutral posture is clinically defined with the subject seated under the ischial tuberosities with the manubrium in alignment with the anterior aspect of the pelvis, involving the maintenance of a neutral pelvic tilt, lumbar e cervical lordosis and smooth transition to thoracic kyphosis<sup>12</sup>. The hypothesis is that upright sitting posture favours the control of the neutral zone by requiring the recruitment of deep abdominal muscles, once positioned in a better length-tension relationship<sup>12</sup>, and, consequently, unloading the spinal column components (disk, ligaments and facets)<sup>25</sup>.

The upright sitting posture has been shown to promote the increase in electromyography (EMG) activity of cervical and lumbopelvic muscles with a postural stabilizing role, such as multifidus<sup>26-28</sup>, deep cervical flexors<sup>26</sup> and pelvic floor muscles<sup>29</sup>. Moreover, a randomised clinical trial has shown that an intervention approach which emphasizes the control of lumbar neutral zone in different positions and tasks is capable of reducing pain and disability in CLBP<sup>30</sup>. In contrast, slump sitting or fully flexed lumbar spine negatively influence the activation of multifidus in healthy subjects<sup>27;28</sup> and it has been clinically associated with exacerbation of pain in CLBP<sup>24</sup>.

To the best of our knowledge, however, no studies have investigated the effect of neutral and slump lumbar posture on TrA, OI and OE recruitment during voluntary leg task. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of two different lumbar spinal postures, neutral and slump postures, on the recruitment pattern of the TrA, OI and OE using ultrasound measurement of muscle activity in CLBP and healthy subjects.



## **Materials and Methods**

### *Subjects*

Sixty study participants (30 with CLBP and 30 controls) volunteered for this study. Participants were excluded from the control group if they had a history of low back pain that had restricted function or caused them to have time off work, if they had any respiratory or neurologic disorder or pain elsewhere in the spine or lower limbs. Subjects were included in the CLBP group if they had chronic nonspecific low back pain, defined as pain lasting for at least 3 months without clear specific cause, with or without pain referral to the leg, but without neurological deficit. Exclusion criteria for CLBP group were: spinal and abdominal surgery in the past 12 months; a report of pregnancy at the first assessment; suspected or diagnosed serious spine pathology (inflammatory spondyloarthropathies, fracture, malignancy, cauda equina syndrome, or infection) or nerve root compromise (diagnosed by at least two positive tests out of the following: reflex tests, sensation tests, and muscle power tests). For descriptive purposes disability, pain, kinesiophobia and patient-specific measure of function were assessed using the Brazilian-Portuguese version of the Roland Morris Disability Questionnaire<sup>31</sup>, the 0-10 pain scale<sup>32</sup>, the Brazilian-Portuguese version of the Tampa Scale<sup>33</sup> and Patient-Specific Functional Scale (PSFS)<sup>34</sup>, respectively. Ethical approval from the Federal University of Minas Gerais – Brazil Ethics Committee and written informed consent were obtained. Subjects' characteristics are shown in table 1.

### *Procedure and Data Collection*

The ultrasonography analysis of the abdominal muscle recruitment was performed using a protocol developed by Ferreira et al (2004)<sup>18</sup>. In the present study, this protocol had to be adapted in order to simulate the upright sitting and slump sitting posture. The simulations of these two sitting conditions were done with the subjects lying down over wedges which

would position the lumbar spine in a neutral lumbar posture (NLP) and slump lumbar posture (SLP), respectively (figure 1). The wedges were individually selected according to lumbar lordosis angles formed with the subjects in upright and slump sitting measured by a flexible ruler.

Before ultrasonography recordings, measurements of lumbar lordosis angle in both sitting conditions were conducted in order to select the respective wedges. The upright sitting posture, frequently encouraged by physiotherapists during postural re-education and motor control exercises, was defined clinically by positioning the subject seated under the ischial tuberosities with the manubrium in alignment with the anterior aspect of the pelvis, involving the maintenance of a neutral pelvic tilt, lumbar e cervical lordosis and smooth transition to thoracic kyphosis under the supervision of an experienced physiotherapist (RP), whereas the slump sitting posture was defined as a commonly adopted relaxed posture while sitting in an unsupported chair.

Dimensions of the wedges were determined in a previous pilot study with 22 subjects (12 controls and 10 CLBP). In this pilot study, all subjects had their lumbar lordosis measured while sitting unsupported on an adjustable stool with their hips at 50°, their feet positioned shoulder width apart and the arms crossed over the chest in the two sitting conditions. The lumbar curvature angle was determined using the formulae described by Link et al (1990)<sup>35</sup>. Test-retest reliability showed an intraclass correlation coefficient (ICC<sub>3,1</sub>) of 0.86; IC95%= 0.72 to 0.94 for the measurement of the lumbar curvature using a flexible ruler with 40cm in length (TRIDENT, Brazil). Positive angles refer to a lordotic curve and negative angles to kyphotic curve. The 22 subjects had their lumbar curvature angles measured in upright and slump sitting. A total of 44 measures (mean= 25.5°; SD= 19,8°; range= -25° to 63°) were

divided in five equal parts using the following percentiles: P0= -25°, P20= 10°, P40= 20°, P60= 32°, P80= 45° and P100= 63°. In this manner, the angulations of the five wedges were manufactured according to the average value between P0 – P20, P20 – P40, P40 – P60, P60 – P80, P80 – P100, with the five wedges having the respective angulations -8°, 15°, 26°, 39° and 54°. The four wedges with positive value angles were half oval-shaped (figure 1A) with the following dimensions: length standardized in 14cm, width standardized in 40cm and the heights of 0.5cm, 0.8cm, 1.2cm and 1.7cm corresponding to the angles of 15°, 26°, 39° and 54, respectively. A 0.8mm layer of Ethyl Vinyl Acetate was used to cover the wedges for comfort purposes and to compensate for the ruler's thickness. The only wedge with a negative value would have been fabricated as an inverted wedge but due to the impossibility to lay the subject on an inverted half oval-shaped wedge we opted for manufacturing a triangle-shaped wedge (figure 1B) to be placed at the thoracic spine achieving the desirable flexed posture of the lumbar curvature.

Selection of the wedges, for the NLP and SLP, depended on the lumbar curvature angle measured in the upright sitting and slump sitting. So, the process of wedges selection was performed according to the percentile's interval where the measured lumbar curvature angle was found (table 2). For example, the lumbar curvature angle of 28° in upright sitting is found in the P40 – P60 (20° to 32°) interval, and therefore the chosen wedge was the one with 0.8cm of height. If the angle measured was equal to the highest value of the interval, it would be allocated in the subsequent interval.

After the wedge selection process, ultrasonographic recordings for each subject was taken in both conditions, NLP and SLP, in a random order following the described protocol published

elsewhere<sup>18</sup>. The ICC<sub>3,1</sub> for TrA, OI and OE were 0.89 (95%CI= 0.76 to 0.96), 0.75(95%CI= 0.50 to 0.89) and 0.50 (95%CI= 0.09 to 0.77), respectively. According to this test protocol, study participants were positioned in supine on a plinth with arms crossed over the chest, the hips flexed to 50° and knees flexed at 90°. In the test position, study participants were instructed to remain relaxed before testing and then perform isometric knee flexion or extension efforts to target forces based on 7.5% of their body weight measured by a force transducer attached to a belt strapped around the ankles and a metallic frame positioned at the end of the bed. The order of directions of movement and contraction levels was randomized and subjects were provided with verbal feedback of force given by one of the examiners. Three repetitions of each task were performed and static ultrasound images were collected at rest and once the target isometric knee flexion or extension force had been reached. All measures were made at the end of expiration, visually identified by the examiner.

### *Statistical Analysis*

All underlying assumptions to use parametric statistics were tested. To assess for group differences  $\chi^2$  was used for nominal data (gender) and independent  $t$  test for age, height, weight and curvature between CLBP and control. Furthermore, ultrasound data was performed using a two-way analysis of variance with between factors being groups (CLBP vs. normal) and muscles (TrA, OI, and OE) and within-factor being posture (NLP vs.SLP). Post hoc testing was undertaken with Duncan's multiple range tests when significant main or interaction effects were identified. Statistical analysis was performed using STATISTICA software (version 7.0, StatSoft, Inc.) and alpha level was set at 0.05.

## Results

The mean and 95%CI of TrA, OI and OE recruitment proportion of baseline for controls and CLBP comparing neutral and slump lumbar posture are shown in figure 2.

When study participants flexed and extended their knees in supine to a force equal to 7.5% of their body weight, there were differences in changing thickness of abdominal muscles between muscles ( $F = 11.21$ ,  $P < 0.001$ ) and position ( $F = 27.36$ ,  $P < 0.001$ ).

### *Abdominal muscle recruitment versus lumbar posture in controls*

Post hoc analyses indicated that lumbar posture altered abdominal muscle recruitment in controls. When compared to SLP, NLP involved significant more thickness in TrA ( $P < 0.001$ ) and OE ( $P = 0.027$ ). Furthermore, the difference in TrA thickness between NLP and SLP (0.062) was higher than 2 standard error of measurement ( $SEM = 0.052$ ) whereas the difference in OE thickness (0.028) was smaller than two SEM (0.049), meaning that only for TrA the authors could be 95% confident that any change was due to an actual change in the phenomenon being measured and not measurement error. Although an increase was found in the same direction for OI, no significant results were found ( $P = 0,204$ ).

### *Abdominal muscle recruitment versus lumbar posture in CLBP*

Post hoc analysis indicated no influence of lumbar posture on abdominal muscle recruitment in CLBP subjects. Despite the same tendency seen in controls, no significant results were found for TrA ( $P = 0.403$ ), OI ( $P = 0.154$ ) and OE ( $P = 0.354$ ).

## Discussion

Several studies have investigated the influence of lumbar posture on abdominal muscle characteristics, such as fiber angles<sup>36</sup>, cross-section area<sup>37</sup>, muscle activity<sup>27-29;38</sup>, muscle

thickness and hemodynamics<sup>39</sup>. When investigating muscle recruitment pattern, measurement of muscle activity is often a commonly adopted method<sup>15;40;41</sup>. In the current study, ultrasound imaging was used as a tool to measure muscle activity. The ultrasound measurement of abdominal muscle activity has been used for low load contractions (less than 20% of MVC), showing a linear correlation between muscle thickness and EMG for TrA and OI<sup>40;42</sup>. Furthermore, patients with CLBP were found to have smaller increases in TrA thickness and EMG amplitude when compared with controls while performing an isometric leg task<sup>18</sup>. In contrast, little association between EMG activity and changes in muscle thickness have been shown for OE<sup>40;42</sup>. Therefore, the use of ultrasound in this study as a non-invasive tool to measure abdominal muscle activity is justifiable.

#### *Muscle recruitment in Controls*

The results of the current study highlight the effect of lumbar posture in the recruitment of abdominal muscles when trunk stability is challenged by an isometric leg task. The slump lumbar posture seems to negatively affect the abdominal muscle recruitment in both groups, although significant differences were found only for TrA and OE in controls. The findings of this study are in accordance with those investigating deep stabilizing muscles activity during a static task, such as sitting, in a healthy population. O'Sullivan et al<sup>27</sup>(2002) showed lower EMG activity of lumbar multifidus and OI during slump sitting compared with upright sitting posture. Also, O'Sullivan et al<sup>28</sup> (2006) investigated EMG activity of the same muscles in three different sitting positions, including thoracic upright sitting together with the two previous ones. The thoracic upright sitting is described as common posture present in a subgroup of subjects with CLBP<sup>24</sup> and involves significantly less lumbar extension and anterior pelvic tilt compared with upright sitting but more lumbar extension and anterior

pelvic tilt than slump sitting<sup>28</sup>. Both more flexed lumbar sitting postures demonstrated less activity of the same muscles compared to upright sitting<sup>28</sup>. In another study, Sapsford et al<sup>29</sup> (2006) measured pelvic floor muscle activity in healthy women with one or more vaginal deliveries and without pelvic floor disorders during three different sitting positions, which two of them having similar rationale used in the present study. The upright sitting showed a 75% more activity of pelvic floor muscle compared with slump sitting resting the thoracic spine against the back support.

When comparing the OE results found in the current study with other studies<sup>28;29</sup> important differences are highlighted. As less EMG activity of OE was observed in the slump lumbar posture in the current study, O'Sullivan et al<sup>28</sup> (2006) found opposite findings. The thoracic upright sitting, presenting a more flexed lumbar posture than upright sitting, was associated with more EMG activity of OE than upright sitting. Furthermore, Sapsford et al<sup>29</sup> (2006) and O'Sullivan et al<sup>27</sup> (2002) showed no effect on OE activity when comparing upright sitting with fully flexed posture. Regarding the fact that OE measurement of thickness may not give reliable information about muscle activity and may be influenced by measurement error in this study, comparison with other studies may be limited. In healthy populations, a more erect neutral sitting posture seems to facilitate the recruitment of deep stabilizing muscles whereas, in slump sitting, these muscles are less activated what leads the spine stability to rely on disks, ligaments and facets. This transition of load from active stabilizing structures to passive spine structures when done frequently may generate cumulative trauma disorders in these viscoelastic tissues<sup>43</sup>, what may predispose pain-free subjects to injury when sitting or performing an exercise in an incorrect manner.

*Muscle recruitment in CLBP*

In the current study, CLBP subjects showed a similar pattern of findings compared to healthy subjects, although significant results were not found. A previous study showed similar results regarding the effect of spine position on deep stabilizing muscles during a static task<sup>44</sup>. Dankaerts et al<sup>44</sup> (2006) investigated the effect of usual and slump sitting on the recruitment of superficial lumbar multifidus and reported separate analysis for two subgroups of CLBP. Both subgroups showed a nonsignificant more activity of superficial multifidus activity when moving from usual sitting to slump sitting. Although there are differences between usual sitting and the upright sitting simulated in the present study, the lumbar posture position when considered as an isolated single factor does not seem to influence deep muscle recruitment in CLBP. The muscle recruitment dysfunctions present in CLBP subjects may demand a more complex approach involving other therapeutic strategies which should be applied concurrently in order to facilitate the recruitment of a specific deep stabilizing muscle. Following this idea, Falla et al<sup>26</sup> found that combining a facilitated sitting posture, provided verbally and manually by a physiotherapist, with postural correction exercise, defined as a voluntary activation of the deep cervical flexors, showed significantly more activity of lumbar multifidus and deep cervical flexor muscles compared with independent sitting correction in chronic neck pain population. In contrast, when investigating the solely effect of neutral lumbar posture on the recruitment of trunk muscles during nonspecific activities for deep muscle recruitment such as an isometric leg task and static posture, as seen respectively in the current study and Dankaerts et al<sup>44</sup> (2006), it is not sufficient to achieve the desirable effect. Thus, it seems that a more neutral lumbo-pelvic, cervical and cranio-cervical posture when associated with specific exercises targeting deep stabilizing muscles, for example postural correction exercise, may be capable of improving and training deep muscles recruitment.



The control of neutral zone in CLBP has received great attention because it is theorized that the presence of injuries in the passive spinal structures and motor control dysfunctions in the deep stabilizing muscles would increase the neutral zone, resulting in the occurrence of abnormal intervertebral movements<sup>25</sup>. The findings of the current study showed that in CLBP the monitoring of neutral lumbar posture alone was not efficient to improve the activation of TrA, although visual analysis of the means demonstrated that slump posture may negatively affect the TrA recruitment in the same manner seen in healthy subjects. So, we believe that interventions aiming to develop neutral spine awareness in CLBP patients should be considered as one of key factors which should be addressed during treatment when recruitment of deep stabilizing muscles is desirable.

#### *Implication for clinical practice and research*

As new evidence emerges towards supporting the prescription of focusing on control of lumbar neutral zone, scientific basis should be developed in an attempt to explain such clinical success. In the current study, neutral lumbar posture in supine involving lower limb task is a position similar to exercises commonly applied in practice. According to our results, the control of neutral lumbar posture in supine exercises involving limb movements can improve deep stabilizing muscle recruitment in healthy subjects, which may play a preventive effect of possible spine injuries in this population. However, this strategy alone in CLBP is not sufficient to improve deep muscle recruitment while performing an isometric leg task requiring a more complex approach when the aim of an intervention is to restore the normal function of deep abdominal muscles. If considering limb task as an advanced exercise in a motor control exercise program, we suggest that further studies should investigate the effect of neutral lumbar posture in conjunction with specific voluntary maneuver for recruiting deep

---

stabilizing muscles, such as draw-in maneuver, in the initial phases of treatment in order to restore deep muscles function more efficiently.

## References

1. van Tulder M, Koes B, Bombardier C. Low back pain. *Best.Pract.Res.Clin.Rheumatol.* 2002;16:761-75.
2. Waddell G. *The back pain revolution.* 2 ed. London: Churchill Livingstone, 2004:1-475.
3. Moffett JK, Torgerson D, Bell-Syer S et al. Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical outcomes, costs, and preferences. *BMJ* 1999;319:279-83.
4. Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop.Clin.North Am.* 2003;34:245-54.
5. Khadilkar A, Milne S, Brosseau L et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic low-back pain. *Cochrane.Database.Syst.Rev.* 2005.
6. Bronfort G, Haas M, Evans RL et al. Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis. *Spine J.* 2004;4:335-56.
7. Heymans MW, van Tulder MW, Esmail R et al. Back schools for nonspecific low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine* 2005;30:2153-63.
8. Ostelo RW, van Tulder MW, Vlaeyen JW et al. Behavioural treatment for chronic low-back pain. *Cochrane.Database.Syst.Rev.* 2005.
9. Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J et al. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: A randomized trial. *Pain* 2007;131:31-7.

10. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG et al. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review. *Aust.J.Physiother.* 2006;52:79-88.
11. O'Sullivan PB, Phyty GD, Twomey LT et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine* 1997;22:2959-67.
12. Hodges PW, Ferreira P, Ferreira M. Lumbar spine: Treatment of instability and disorders of movement control. In: Magee DJ, Zachazewski JE, Quillen WS, eds. *Musculoskeletal Rehabilitation.* 2007.
13. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 1999;80:1005-12.
14. Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J.Spinal Disord.* 1998;11:46-56.
15. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21:2640-50.
16. Hides JA, Stokes MJ, Saide M et al. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine* 1994;19:165-72.
17. O'Sullivan PB, Beales DJ, Beetham JA et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine* 2002;27:E1-E8.

18. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine* 2004;29:2560-6.
19. Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J.Electromyogr.Kinesiol.* 2007.
20. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG et al. Do changes in recruitment of transversus abdominis, measured with ultrasonography, correlate with clinical outcomes in people with chronic low back pain? (*Submitted*) 2008.
21. Costa LO, Costa LC, Cancado RL et al. Short report: intra-tester reliability of two clinical tests of transversus abdominis muscle recruitment. *Physiother.Res.Int.* 2006;11:48-50.
22. Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiother.Res.Int.* 2002;7:65-75.
23. Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *J.Orthop.Sports Phys.Ther.* 2005;35:338-45.
24. O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Man.Ther.* 2000;5:2-12.
25. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J.Electromyogr.Kinesiol.* 2003;13:371-9.

26. Falla D, O'leary S, Fagan A et al. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. *Man.Ther.* 2006.
27. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M et al. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine* 2002;27:1238-44.
28. O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF et al. Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain-free population. *Spine* 2006;31:E707-E712.
29. Sapsford RR, Richardson CA, Stanton WR. Sitting posture affects pelvic floor muscle activity in parous women: an observational study. *Aust.J.Physiother.* 2006;52:219-22.
30. Suni J, Rinne M, Natri A et al. Control of the lumbar neutral zone decreases low back pain and improves self-evaluated work ability: a 12-month randomized controlled study. *Spine* 2006;31:E611-E620.
31. Nusbaum L, Natour J, Ferraz MB et al. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire--Brazil Roland-Morris. *Braz.J.Med.Biol.Res.* 2001;34:203-10.
32. Ross RLP. Clinical assessment of pain. In: van Dieen JH, ed. *Assessment in occupational therapy and physical therapy*. Philadelphia: WB Saunders, 1997:123-33.
33. Siqueira FB, Teixeira-Salmela LF, Magalhães, LC. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala Tampa de cinesiofobia. *Acta Ortopédica Brasileira*, 2007;15;19-24.

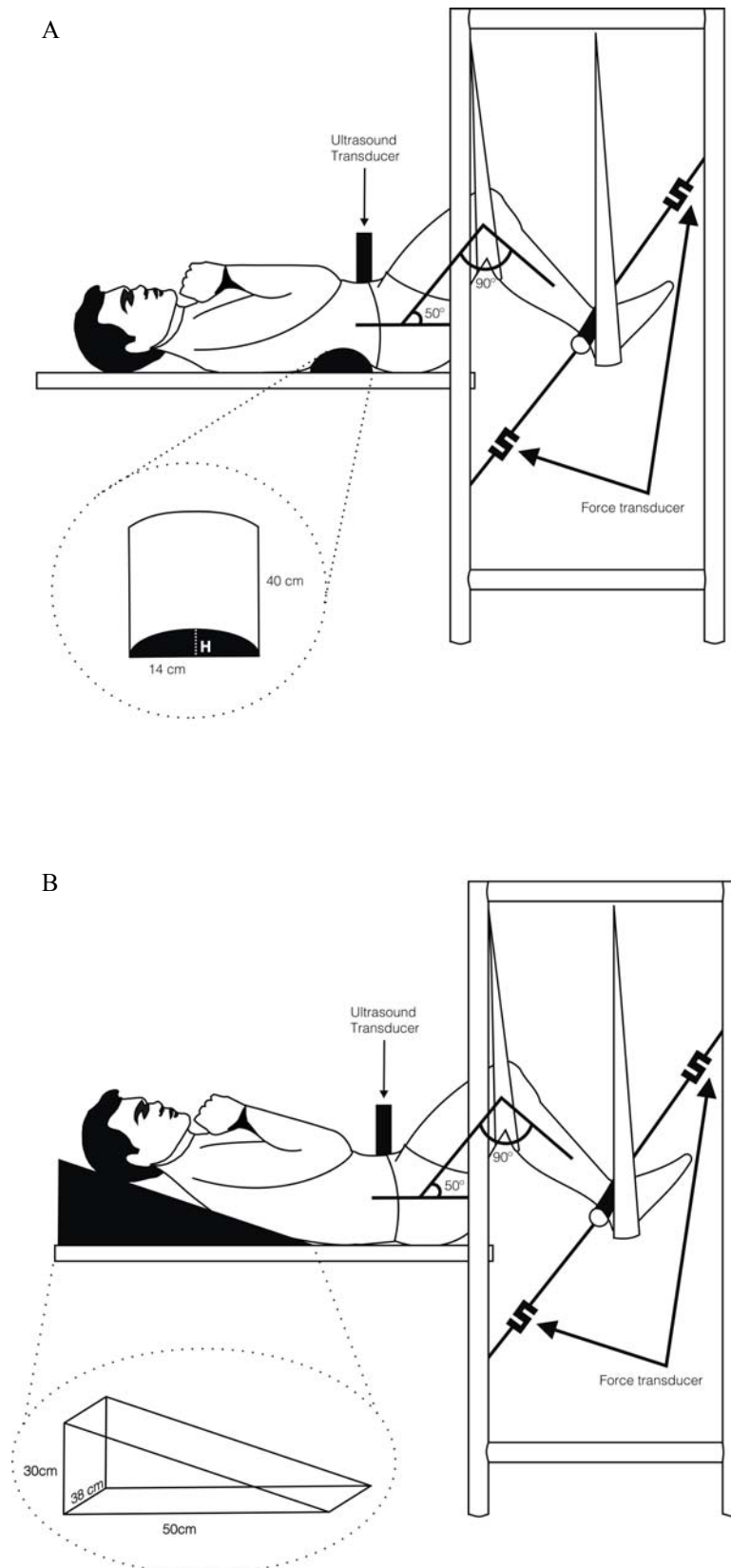
34. Westaway MD, Stratford PW, Binkley JM. The patient-specific functional scale: validation of its use in persons with neck dysfunction. *J.Orthop.Sports Phys.Ther.* 1998;27:331-8.
35. Link CS, Nicholson GG, Shaddeau SA et al. Lumbar curvature in standing and sitting in two types of chairs: relationship of hamstring and hip flexor muscle length. *Phys.Ther.* 1990;70:611-8.
36. McGill SM, Hughson RL, Parks K. Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensor muscles. *Clin.Biomech.(Bristol., Avon.)* 2000;15:777-80.
37. Lee SW, Chan CK, Lam TS et al. Relationship between low back pain and lumbar multifidus size at different postures. *Spine* 2006;31:2258-62.
38. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A et al. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in nonspecific chronic low back pain patients: importance of subclassification. *Spine* 2006;31:2017-23.
39. Masuda T, Miyamoto K, Oguri K et al. Relationship between the thickness and hemodynamics of the erector spinae muscles in various lumbar curvatures. *Clin.Biomech.(Bristol., Avon.)* 2005;20:247-53.
40. Ferreira PH. Effectiveness of specific stabilisation exercise for Chronic Low Back Pain. Sydney: School of Physiotherapy; 2005.
41. O'Sullivan PB, Twomey L, Allison GT. Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *J.Orthop.Sports Phys.Ther.* 1998;27:114-24.

42. Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve* 2003;27:682-92.
43. Solomonow M, Baratta RV, Zhou BH et al. Muscular dysfunction elicited by creep of lumbar viscoelastic tissue. *J.Electromyogr.Kinesiol.* 2003;13:381-96.
44. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A et al. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in nonspecific chronic low back pain patients: importance of subclassification. *Spine* 2006;31:2017-23.



**Table 1.** Characteristics of study participants

	Control Group	CLBP Group
Gender*		
Males	17 (56,7%)	9 (30,0%)
Females	13 (43,3%)	21 (70,0%)
Age (yr)	41.3 (10.9)	42.9 (13.4)
Weight (kg)	70.1 (11.7)	68.8 (11.5)
Height (cm)	168.3 (8.7)	167.2 (9.1)
Pain (0-10 scale)	–	5.5 (1.93)
RM	–	7.3 (3.96)
Tampa	–	36.3 (5.72)
PSFS	–	4.3 (1.87)
Lumbar curvature in upright sitting (°)*	32.0 (11.1)	38.6 (10.2)
Lumbar curvature in slump sitting (°)	16.6 (13.8)	9.2(16.0)
LBP = Low back Pain		
RM = Roland Morris Disability Questionnaire		
PSFS = Patient-Specific Functional Scale		
Values are average (%) or average (SD)		
*P < 0.05		



**Figure 1.** Experimental setup adapted in order to position the lumbar curvature in a neutral lumbar posture and slumped lumbar posture. (A) shows the position of the half oval-shaped wedge with its dimension. H represents the wedge heights which were 0.5cm, 0.8cm, 1.2cm or 1.7cm. (B) shows how the triangle-shaped wedge was placed and its dimension.

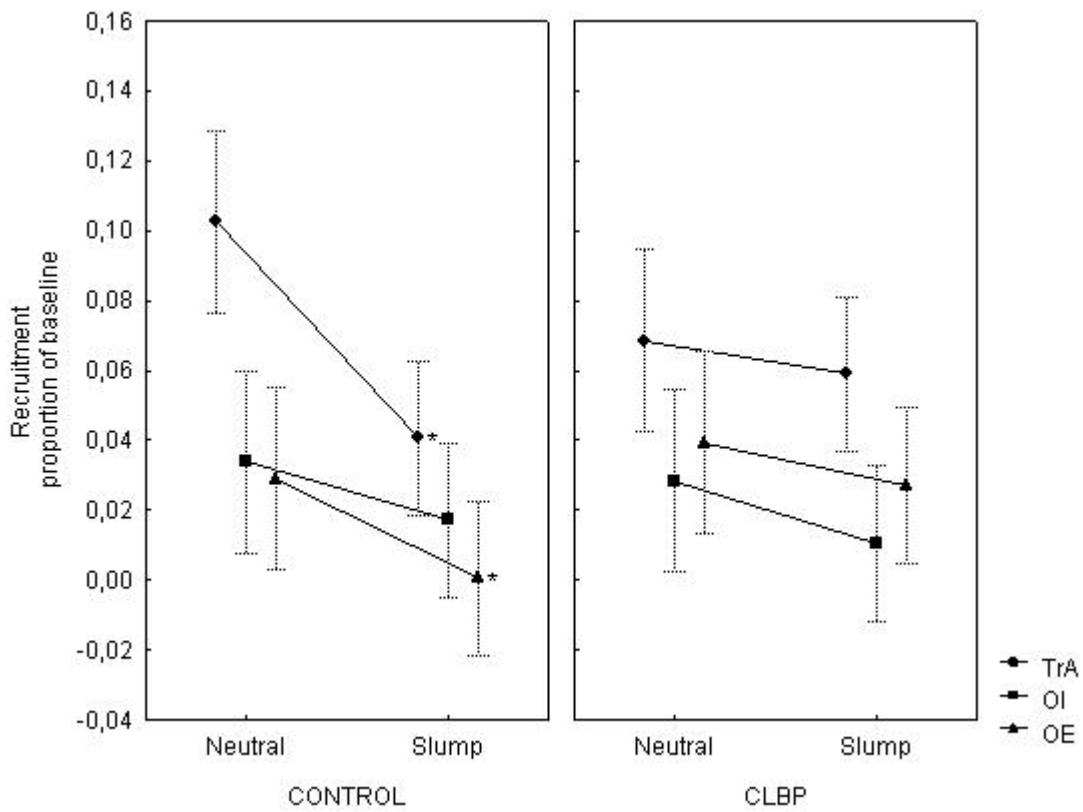
**Table 2.** Wedges selection process

Interval percentile	P0 – P20	P20 – P40	P40 – P60	P60 – P80	P80 – P100
Interval angulation	-25 – 10	10 – 20°	20° – 32°	32° – 45°	45° – 63°
Wedges angulation*	-8°	15°	26°	39°	54°
Wedges height	–	0.5cm	0.8cm	1.2cm	1.7cm
Wedges shape	Triangular- shaped	Oval- shaped	Oval- shaped	Oval- shaped	Oval- shaped

P = percentile

Positive angles refer to lordosis and negative angles to kyphosis.

\*Angulations calculated by the average between the lowest and highest values of the intervals.



**Figure 2.** Recruitment proportion of baseline (muscle thickness increase) for controls and CLBP compared to neutral and slump lumbar posture. Mean and 95%IC are shown for TrA (●), OI (■) and OE (▲). \*P < 0.05.

## Capítulo 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou o efeito de duas posições da curvatura lombar, posição neutra e posição relaxada, no padrão de recrutamento dos músculos TrA, OI e OE durante a realização de uma tarefa com os membros inferiores de indivíduos assintomáticos e com dor lombar. Os resultados demonstraram que o posicionamento em neutro da coluna lombar favorece o recrutamento do músculo TrA e OE em indivíduos assintomáticos. No caso dos indivíduos com DLC, apesar da mesma direção do efeito observado no grupo controle, nenhum resultado significativo foi encontrado.

O padrão de recrutamento dos músculos abdominais neste estudo foi avaliado por medidas ultrasonográficas de atividade muscular de acordo com um protocolo validado na literatura que nos permite associar o aumento do volume muscular com o aumento da atividade EMG para os músculos TrA e OI. No caso do OE, interpretação dos seus resultados é limitada pelo fato do volume muscular ultrasonográfico possuir baixa correlação com os dados da EMG.

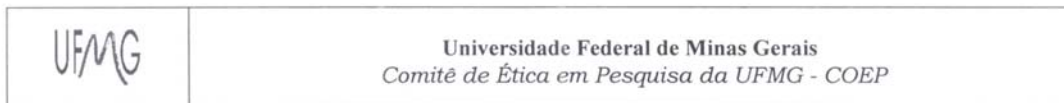
Os resultados do grupo controle para o músculo TrA comprovam a importância da posição neutra da coluna lombar em facilitar o recrutamento dos músculos estabilizadores profundos, uma vez que nessa posição a contribuição das estruturas osteoligamentares para a estabilidade é mínima. Entretanto, na posição relaxada a pequena ativação desse músculo indica a transferência de cargas das estruturas ativas para as estruturas passivas, o que em longo prazo pode resultar em traumas acumulativos nessas estruturas, predispondo indivíduos assintomáticos a desenvolver lesões relacionadas à postura inadequada da coluna lombar. A posição em supino associada à uma tarefa com os membros inferiores se

assemelha a alguns exercícios utilizados na prática clínica. Dessa forma, uma abordagem que incentive o monitoramento da coluna lombar em neutro durante a realização desses exercícios, contribuiria para o mecanismo de estabilidade segmentar da coluna, podendo atuar de maneira preventiva contra possíveis lesões na coluna nessa população.

Os achados do grupo com DLC indicam que o monitoramento da posição neutra da coluna de forma isolada parece não ser suficiente para promover a melhora do recrutamento do músculo transverso abdominal. Assim, é possível que uma conduta clínica baseada na recuperação da consciência da postura neutra em pacientes com DLC deve ser implementada em conjunto com outras estratégias terapêuticas que objetivem restaurar a função dos músculos estabilizadores profundos. Além disso, considerando a realização de tarefas com os membros inferiores como um exercício mais avançado dentro do programa de exercícios de controle motor, sugere-se que o posicionamento em neutro possa ser mais eficaz na melhora do recrutamento dos músculos estabilizadores profundos durante manobras específicas incentivadas nos estágios iniciais de tratamento, como por exemplo, a manobra sucção abdominal.

Portanto, este trabalho fornece evidências que devem ser incorporadas ao corpo de conhecimento de abordagens terapêuticas, que se utiliza de estratégias específicas visando assegurar ou promover estabilidade intersegmentar adequada à coluna lombar. Trabalhos como este são necessários em um contexto atual no qual a fisioterapia se confronta com uma variedade de técnicas terapêuticas sem o devido respaldo científico.

## Anexo 1


**Parecer nº. ETIC 505/07**

**Interessado(a): Prof. Paulo Henrique Ferreira**  
**Departamento de Fisioterapia**  
**EEFFTO/FIT-UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 14 de novembro de 2007, o projeto de pesquisa intitulado "**A posição neutra da coluna melhora o padrão de recrutamento dos músculos do tronco em pacientes portadores dor lombar crônica?**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
**Coordenadora do COEP-UFMG**

## Anexo 2

Original and Brazilian-Portuguese version of the Roland-Morris questionnaire.

## Instruções:

Quando suas costas doem, você pode encontrar dificuldade em fazer algumas coisas que normalmente faz. Esta lista possui algumas frases que as pessoas tem utilizado para se descreverem quando sentem dores nas costas. Quando você *ouvir* estas frases pode notar que algumas se destacam por descrever você hoje. Ao ouvir a lista pense em você hoje. Quando você ouvir uma frase que descreve você hoje, responda sim. Se a frase não descreve você, então, responda não e siga para a próxima frase.

1.  Fico em casa a maior parte do tempo por causa de minhas costas.
2.  Mudo de posição freqüentemente tentando deixar minhas costas confortáveis.
3.  Ando mais devagar que o habitual por causa de minhas costas.
4.  Por causa de minhas costas eu não estou fazendo nenhum dos meus trabalhos que geralmente faço em casa.
5.  Por causa de minhas costas, eu uso o corrimão para subir escadas.
6.  Por causa de minhas costas, eu me deito para descansar mais freqüentemente.
7.  Por causa de minhas costas, eu tenho que me apoiar em alguma coisa para me levantar de uma cadeira normal.
8.  Por causa de minhas costas, tento conseguir com que outras pessoas façam as coisas por mim.
9.  Eu me visto mais lentamente que o habitual por causa de minhas costas.
10.  Eu somente fico em pé por períodos curtos de tempo por causa de minhas costas.
11.  Por causa de minhas costas evito me abaixar ou me ajoelhar.
12.  Encontro dificuldades em me levantar de uma cadeira por causa de minhas costas.
13.  As minhas costas doem quase que o tempo todo.
14.  Tenho dificuldade em me virar na cama por causa das minhas costas.
15.  Meu apetite não é muito bom por causa das dores em minhas costas.
16.  Tenho problemas para colocar minhas meias (ou meia calça) por causa das dores em minhas costas.
17.  Caminho apenas curtas distâncias por causa de minhas dores nas costas.
18.  Não durmo tão bem por causa de minhas costas.
19.  Por causa de minhas dores nas costas, eu me visto com ajuda de outras pessoas.
20.  Fico sentado a maior parte do dia por causa de minhas costas.
21.  Evito trabalhos pesados em casa por causa de minhas costas.
22.  Por causa das dores em minhas costas, fico mais irritado e mal humorado com as pessoas do que o habitual.
23.  Por causa de minhas costas, eu subo escadas mais vagorosamente do que o habitual.
24.  Fico na cama a maior parte do tempo por causa de minhas costas.



## Anexo 3

Escala Visual Analógica

Eu gostaria que você desse uma nota para sua dor numa escala de 0 a 10, onde 0 seria nenhuma dor e 10 seria a pior dor possível. Por favor, dê um número para descrever sua média de dor nas últimas 24hs.

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Nenhuma dor										Pior dor possível

## Anexo 4

Escala Funcional Específica do Paciente

Eu vou pedir para você identificar 3 ou mais atividades importantes que você não é capaz de fazer ou sente dificuldade em realizá-las como resultado do seu problema.

Hoje, existe alguma atividade que você não é capaz de fazer ou sente dificuldade devido ao seu problema? (mostre escala)

Esquema de pontuação (mostre a escala ao paciente):

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Incapaz de realizar a atividade

Capaz de realizar a atividade no nível anterior a lesão

Atividade	Data/Pontuação
1.	
2.	
3.	

## Anexo 5

Escala Tampa de Cinesiofobia

Aqui estão algumas das coisas que outros pacientes nos contaram sobre sua dor. Para cada afirmativa, por favor indique um número de 1 a 4, caso você concorde ou discorde da afirmativa. Primeiro, você vai pensar se concorda ou discorda e depois, se totalmente ou parcialmente.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. Eu tenho medo que eu possa me machucar se eu fizer exercícios.	1	2	3	4
2. Se eu tentasse superar esse medo, minha dor aumentaria.	1	2	3	4
3. Meu corpo esta me dizendo que algo muito errado esta acontecendo comigo.	1	2	3	4
4. Minha dor provavelmente seria aliviada se eu fizesse exercício.	1	2	3	4
5. As pessoas não estão levando minha condição medica a serio.	1	2	3	4
6. Minha lesão colocou o meu corpo em risco para o resto da minha vida.	1	2	3	4
7. A dor sempre significa que eu machuquei meu corpo.	1	2	3	4
8. Só porque alguma coisa piora minha dor, não significa que e perigoso.	1	2	3	4
9. Eu tenho medo que eu possa me machucar acidentalmente.	1	2	3	4
10. Simplesmente sendo cuidadoso para não fazer nenhum movimento desnecessário e a atitude mais segura que eu posso tomar para prevenir a piora da minha dor.	1	2	3	4
11. Eu não teria tanta dor se algo potencialmente perigoso não estivesse acontecendo no meu corpo.	1	2	3	4
12. Embora minha condição seja dolorosa, eu estaria melhor se estivesse ativo fisicamente.	1	2	3	4
13. A dor me avisa quando parar o exercício para que eu não me machuque.	1	2	3	4
14. Não e realmente seguro para uma pessoa com minha condição ser ativo fisicamente.	1	2	3	4
15. Eu não posso fazer todas as coisas que as pessoas normais fazem, porque para mim é muito fácil me machucar.	1	2	3	4
16. Embora algo esteja me causando muita dor, eu não acho que seja, de fato, perigoso.	1	2	3	4
17. Ninguém deveria fazer exercícios, quando esta com dor.	1	2	3	4