

Nise Ribeiro Marques

**ANÁLISE DO PRINCÍPIO CENTRANDO DO MÉTODO PILATES E DE
INDICADORES DE RESISTÊNCIA E ESTABILIDADE DA COLUNA LOMBAR**

Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br

Nise Ribeiro Marques

**ANÁLISE DO PRINCÍPIO CENTRANDO DO MÉTODO PILATES E DE
INDICADORES DE RESISTÊNCIA E ESTABILIDADE DA COLUNA LOMBAR**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências e Tecnologia –
FCT/UNESP, campus de Presidente
Prudente, para obtenção do título de
Mestre no programa de Pós-Graduação
em Fisioterapia

Orientador: Prof. Dr. Mauro Gonçalves

Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela minha família, que sempre me proporcionou apoio e carinho inesgotáveis. Aos meus pais Francisco e Jacira por me ensinarem a importância do estudo e que nunca mediram esforços para me darem a melhor educação. A minha “prima-irmã” Fabiana pelo co-apoio em todos os momentos e a minha irmã e meu cunhado Mariana e Edgar pela amizade.

Agradeço a minha grande amiga de todos os momentos Camilla pela paciência, companherismo, alegrias e tristezas, que compartilhamos juntas nessa jornada, que em alguns momentos não foi fácil. Mas, no saldo final, muito mais alegrias do que tristezas! Obrigada Cá, por ser meu porto seguro, quando precisei e por dividir cada momento desses últimos dois anos de mestrado e seis anos de convivência.

A todos os colegas do Laboratório de Biomecânica muito obrigada! Em destaque, aos que me acolheram no início e também aos que viraram amigos.

Agradeço aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Adalgiso Croscato Cardozo, que contribuiu, imensamente, na confecção dessa dissertação e sempre esteve presente e aberto para ajudar; e ao Prof. Dr. Marcelo Tavella Navega, um amigo, que sempre me aconselhou da melhor maneira nos estudos e também nos rumos que poderia seguir, pois graças a um de seus conselhos cheguei, com certeza, ao melhor lugar em que poderia ir!

Em especial, gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Mauro Gonçalves por esses quase três anos em que estive sob sua orientação. Professor, muito obrigada por todas as vezes em que o senhor sentou ao meu lado para me ensinar. Cada uma dessas conversas que me fizeram crescer

muito! Obrigada, por cada ensinamento, por todos os por quês, todos os elogios e “puxões de orelha”, que o senhor já me deu. Espero que estes três anos, não somente de orientação, mas de amizade, se tornem eternos.

Obrigada!

SUMÁRIO

Apresentação	8
INTRODUÇÃO	10
ARTIGOS CIENTÍFICOS	15
Artigo 1 “Análise de indicadores EMG de estabilidade da coluna lombar de indivíduos saudáveis e com lombalgia não específica “	16
Artigo 2 “Atividade EMG dos músculos estabilizadores do tronco durante a contração do Princípio Centrando do Método Pilates”	36
Artigo 3 “Is there a role of internal oblique activation on back muscles fatigability during isometric extension trunk efforts? A study of back suffers and control group”	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	81
Anexo 1 - Normas para publicação no periódico Revista Brasileira de Medicina do Esporte	82
Anexo 2 - Normas para publicação no periódico Journal of Bodywork and Movements Therapies	93
Anexo 3 - Normas para publicação no periódico Manual Therapy	104

Esta dissertação de mestrado é composta de uma introdução e de três artigos científicos, originados de pesquisas realizadas no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro.

Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente, os artigos foram redigidos de acordo com as normas dos periódicos: Revista Brasileira de Medicina do Esporte (anexo 1), *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (anexo 2) e *Manual Therapy* (anexo 3). Assim, este material é composto das seguintes seções:

- **Introdução:** para contextualização do tema pesquisado.
- **Artigo I:** Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M. Análise de indicadores EMG de estabilidade da coluna lombar em indivíduos saudáveis e com dor lombar não específica; submetido à Revista Brasileira de Medicina do Esporte.
- **Artigo II:** Marques NR, Morcelli MH, Hallal CZ, Gonçalves M. Atividade EMG dos músculos estabilizadores do tronco durante a contração do Princípio Centrando do Método Pilates ; a ser submetido ao periódico *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.
- **Artigo III:** Gonçalves M, Marques NR, van Dieën JH, Hallal CZ. Is there a role of internal oblique activation on back muscles fatigability during isometric extension trunk efforts? A study of back suffers and control group; a ser submetido ao periódico *Manual Therapy*.

INTRODUÇÃO

As dores na região lombar possuem alta incidência na população e são um grande desafio para os profissionais da área de saúde. Este sintoma atinge aproximadamente 80% da população ocidental pelo menos uma vez ao longo da vida e, de 5 a 15% desses casos tornam-se crônicos, o que acarreta em gastos aos sistemas de saúde e de previdência social (GASKELL, ENRIGHT e TYSON, 2007). No Brasil, dados do Instituto Nacional de Seguro Social (INSS), indicaram que cerca de 10% dos afastamentos do trabalho por acidentes, estão relacionados à ocorrência de dor na região lombar (BARBOSA e GONÇALVES, 2005).

Vários estudos recentes apontam que existe uma forte ligação entre erros na ativação muscular, que geram diminuição na estabilidade, bem como, na capacidade de geração de força e resistência, com o surgimento da dor lombar de origem inespecífica (O'SULLIVAN et al, 1997; RADEBOLD et al., 2000; NEWCOMER et al., 2002; van DIEËN et al., 2003). Nesse sentido, o uso da instrumentação biomecânica, tais como a eletromiografia, a dinamometria e a cinemetria, representa uma importante ferramenta para o entendimento da etiologia da dor lombar inespecífica e do efeito de terapias na estabilidade da coluna lombar (ANDERS et al., 2007).

O termo estabilidade descreve a condição na qual um sistema se mantém em equilíbrio mesmo diante da ocorrência de perturbações cinéticas e cinemáticas externas (MOORHOUSE e GRANATA, 2007). No sistema músculo-esquelético, mais especificamente na coluna lombar, a ação conjunta

e integrada de três subsistemas é o fator requerido para a manutenção da estabilidade desta região. Esses três subsistemas são denominados: ativo, composto pelos músculos esqueléticos da região ventral e dorsal do tronco; passivo, formado pelas estruturas articulares da coluna; e neural constituído pelas estruturas nervosas aferentes e eferentes. Entre os três subsistemas, o ativo merece destaque, pois é o primeiro mecanismo acionado para estabilizar a coluna (PANJABI, 1992a).

O subsistema ativo pode atuar para prover estabilidade em condições estáticas e dinâmicas. Na condição estática, a manutenção da estabilidade ocorre por meio da co-contração dos músculos abdominais e paravertebrais, o que aumenta o *stiffness* na articulação entre as vértebras. A estabilidade na condição dinâmica é garantida pela rápida capacidade de geração de força e o adequado recrutamento de fibras musculares (CHOLEWICK et al, 1997; VAN DIEËN et al, 2003a; CHOLEWICKI et al, 2005). A contração dos músculos abdominais também possui importante papel na regulação da pressão intra-abdominal, que também se caracteriza como um fator auxiliar na estabilização da região lombar (CHOLEWICKI e JULURU, 1999).

Porém, qualquer inadequação na ação do subsistema ativo acarretará no aparecimento de mecanismos compensatórios, geridos pelos subsistemas passivo e neural. Caso a correta atuação do sistema ativo não seja restaurada, pode ocorrer aumento da sobrecarga nas estruturas que compõem os subsistemas, o que ocasionará o aparecimento de sintoma doloroso e lesão (PANJABI, 1992a; HODGES et al., 1996).

Nesse sentido, a fisioterapia tem se apresentado como a principal intervenção conservadora para o tratamento da dor lombar não específica.

Entre as diversas técnicas fisioterapêuticas, que podem ser utilizadas na reabilitação dessa disfunção motora, está o exercício físico, ou a cinesioterapia, que tem se mostrado eficaz na melhora da função do sistema muscular de pessoas com dor lombar (KAKAANPAA et al., 1999).

Atualmente, os métodos de exercícios denominados “estabilizadores segmentares” vêm sendo apontados, na prática clínica da fisioterapia, como a ferramenta ideal para a prevenção e reabilitação da dor lombar de origem desconhecida (FRANCA et al., 2008). Dentro dessa classe de exercícios, estão aqueles que compõem o Método Pilates, os quais possuem como objetivo a automatização de padrões de recrutamento muscular, bem como, a melhora do condicionamento dos músculos do tronco, diretamente relacionados com a manutenção da estabilidade da região lombar (BRYAN e HAWSON, 2003).

O Método Pilates possui oito princípios básicos imprescindíveis para a prática dos exercícios: “Concentração”, “Controle”, “Centrando”, “Fluidez”, “Precisão”, “Respiração”, “Relaxamento” e “Persistência”. Entre esses princípios, destaca-se o “Centrando”, que consiste na contração isométrica do músculo oblíquo interno, e, essa contração deve ocorrer em todos os exercícios, com intuito de prover estabilidade à coluna lombar (GLADWELL et al., 2006).

Haja vista a alta incidência da dor lombar inespecífica, a lacuna existente na literatura acerca de seus fatores etiológicos, bem como, o pouco conhecimento científico de um de exercícios, que está cada vez mais está sendo utilizado para o tratamento desta disfunção motora. O presente estudo teve por objetivos: analisar o papel do oblíquo interno e da co-contração antagonista na fadigabilidade dos músculos do tronco e de pessoas com dor

lombar e saudáveis; identificar a atividade EMG dos músculos do tronco durante o Princípio Centrando do Método Pilates; e analisar indicadores EMG de estabilidade da coluna lombar em indivíduos saudáveis e com dor lombar não específica.

**ANÁLISE DE INDICADORES EMG DE ESTABILIDADE DA COLUNA
LOMBAR DE INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS E COM LOMBALGIA NÃO
ESPECÍFICA**

Nise Ribeiro Marques^{*}, Camilla Zamfolini Hallal^{*}, Mauro Gonçalves^{**}

* Unesp – Universidade Estadual Paulista, campus de Presidente Prudente, SP.

** Unesp – Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro, SP.

Correspondência:

labiomec@rc.unesp.br

Avenida: 24-A, nº1515, Rio Claro, SP, Brasil (Laboratório de Biomecânica).

RESUMO

A etiologia da dor lombar inespecífica está relacionada com erros na ativação muscular, tais como o aumento no tempo de resposta dos músculos, frente a uma perturbação, e a diminuição da co-contracção antagonista, que geram diminuição na estabilidade. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo analisar indicadores EMG de estabilidade da coluna lombar em indivíduos saudáveis e com dor lombar não específica. Participaram do estudo 16 voluntários do gênero feminino, fisicamente ativas, na faixa etária de 18-25 anos, recrutadas em uma população universitária, que foram divididas em dois grupos, grupo com dor lombar (GDL) e grupo controle (GC). Foram coletados os sinais EMG dos músculos reto abdominal (RA), oblíquo interno (OI), multifido (MU) e iliocostal lombar (IL) durante o teste de equilíbrio do tronco, realizado com em extensão isométrica do tronco (carga de 10% peso corporal), por um período aleatório até o acionamento de um sistema mecânico, que retirava a carga e promovia a perturbação do tronco. A análise do sinal EMG foi realizada no domínio do tempo, para o cálculo da amplitude do sinal, em uma janela de 200 ms antes e após a perturbação. Assim, foi calculada a razão entre os músculo RA+OI/MU+IL. Para a determinação do tempo de reação EMG foi utilizado o método de correlação cruzada. Houve uma tendência há maior variabilidade entre a primeira e a terceira tentativas para os valores de tempo de reação EMG e de razão antes e após a perturbação no GDL. Contudo, não houve diferença significativa entre os grupos ou entre as tentativas. Portanto, embora a ausência de diferenças significativas entre os grupos, a tendência a maior variabilidade destes indicadores entre a primeira e a terceira tentativas no GDL pode representar um menor controle motor desta região.

Palavras-chave: eletromiografia, dor lombar, fisioterapia, biomecânica.

ABSTRACT

The etiology of nonspecific low back pain is related to errors in muscle activation, such as the increase in response time of the muscles in front of a disturbance, and decreased antagonist co-contraction, which generates a impaired spine stability. In line of this, the present study had the goal to analyze EMG indicators of lumbar spine stability in healthy and non-specific low back pain individuals. The participants were 16 female volunteers who are physically fit, aged 18-25 years, which were recruited from a university setting, divided in two groups, low back pain group(LBPG) and control group (CG). EMG signals was collected on the muscles: rectus abdominis (RA), internal oblique (IO), multifidus (MU) and iliocostalis lumborum (IL) during the trunk balance test, which was performed by an isometric trunk extension (load of 10% of body mass) for a random time until was fired a mechanical system, which removed the load and promoted the disturbance at the trunk. The EMG signal analysis was performed in the time domain, to calculate the signal amplitude in a window of 200 ms before and after the disturbance. Thus, was calculated the ratio of muscle $RA+IO/MU+IL$. To determine the reaction time was used EMG cross-correlation method. There was a tendency for greater variability between the first and third trials for the values of reaction time and EMG ratio before and after a disturbance in the LBPG. However, no significant difference between the groups or trials were found. So, although the absence of significant differences between groups, a trend of greater variability in these indicators between the first and third attempts in the LBPG may represent a reduced motor control of this region.

Key words: electromyography, low back pain, physiotherapy, biomechanics.

INTRODUÇÃO

A estabilidade de um sistema pode ser entendida como o inverso da taxa de divergência deste em relação a trajetória prevista, após a ocorrência de uma perturbação¹. Assim, quanto menor for a taxa de divergência após um desequilíbrio, maior é a estabilidade do sistema¹. Na coluna lombar, a preservação da estabilidade ocorre, primariamente, pela atuação dos músculos do tronco, que na condição estática aumentam a co-contração antagonista, o que acarreta em maior *stiffness* na articulação entre as vértebras e diminui a capacidade de movimentação destas estruturas^{2,3}. Já, durante os movimentos, a estabilidade é garantida pelo rápido recrutamento das fibras musculares^{4,5,6}.

Contudo, inadequações na ação dos músculos do tronco acarretam no aparecimento de mecanismos compensatórios e, caso a correta atuação muscular não seja restaurada, isto ocasionará o aparecimento de dor e a ocorrência de lesão na região lombar^{2,7}.

Atualmente, vários estudos apontam que existe uma forte ligação entre erros na ativação muscular, tais como o aumento no tempo de resposta dos músculos, frente a uma perturbação, bem como, a diminuição da co-contração antagonista, que geram diminuição na estabilidade e o aparecimento da dor lombar não específica^{5,8}. Nesse sentido, o uso da eletromiografia de superfície (EMG) representa uma importante ferramenta para o entendimento da etiologia dessa disfunção músculo-esquelética⁹.

O tempo de reação EMG pode ser considerado como a magnitude e velocidade em que os músculos ativam para realizar o movimento, evitar lesão ou posicionar uma articulação¹⁰. O primeiro componente da resposta neuromuscular durante o movimento é a resposta de latência curta que é mediada, predominantemente, pelo fuso neuromuscular¹⁰. As alterações na sensibilidade do fuso muscular podem alterar o tempo de reação neuromuscular e a resposta de latência curta causando dor e lesões¹⁰. Nesse sentido, o estudo de Mehta et al.⁸ mostrou que indivíduos com dor lombar respondem ativando a musculatura do tronco mais lentamente que indivíduos saudáveis, o que pode ser decorrente de um pior controle motor desta região.

Embora, muito estudado na literatura, os fatores etiológicos da dor lombar inespecífica ainda apresentam-se pouco claros. Ressalta-se, assim, a

necessidade de um melhor entendimento destes fatores, o que corrobora para a prescrição de técnicas fisioterapêuticas mais efetivas na prevenção e tratamento da dor lombar não específica. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo analisar indicadores EMG de estabilidade da coluna lombar em indivíduos saudáveis e com dor lombar não específica.

MÉTODO

Participantes

Participaram do estudo 16 voluntários do gênero feminino, fisicamente ativas, na faixa etária de 18-25 anos, recrutadas em uma população universitária, que foram divididas em dois grupos, grupo com dor lombar (GDL) e grupo controle (GC), de acordo com o relato subjetivo de dor nos seis meses pregressos ao estudo. O GDL foi composto por sete voluntárias e o GC foi composto por nove indivíduos. As participantes de ambos os grupos apresentavam idade, massa corporal, estatura e nível de atividade física semelhantes (Tabela 1).

(Inserir Figura 1)

Como critérios de exclusão foram considerados: histórico de cirurgia na coluna ou abdome; lesões ou deformidades ortopédicas; presença de sinais ou sintomas neurológicos; ou alterações cardiorespiratórias. Todas as voluntárias foram informadas, previamente, sobre os procedimentos para coleta de dados e assinaram o termo de consentimento. Além disso, o presente estudo foi aprovado em Comitê de Ética local.

Protocolo

O protocolo para coleta de dados foi realizado em dois dias distintos, com um intervalo de 24-72 horas entre cada dia. No primeiro dia, as voluntárias foram familiarizadas com o ambiente de coleta de dados e responderam o

formulário de caracterização do sujeito. No segundo dia, as voluntárias realizaram três tentativas do teste.

O teste foi realizado com as voluntárias posicionadas em uma cadeira, especialmente, confeccionada para o estudo, com o quadril e joelhos flexionados em aproximadamente 90°. Nessa posição, as participantes foram orientadas a manter a postura neutra sentada, que será caracterizada pela presença de um ângulo de aproximadamente 130° entre os marcadores fotorreflexivos do acrômio, processo espinhoso de L1 e trocânter maior do fêmur¹¹. Para tanto, as voluntárias receberam o retorno visual de sua postura em um monitor localizado a sua frente (Figura 1a). Contudo, quando o teste foi iniciado o monitor foi desligado e o retorno visual cessado.

Em seguida, as voluntárias tracionaram a célula de carga com a realização da extensão isométrica do tronco até o valor de carga relativo a 10% da massa corporal e, assim, mantiveram por um dado período esta mesma carga de tração (Figura 1b). Em um momento aleatório, um mecanismo de liberação da carga foi acionado levando a voluntária a se desequilibrar para trás (Figura 1c). Ao sentir o desequilíbrio, a voluntária deveria retornar à postura neutra inicial, sem a ajuda o retorno visual da postura (Figura 1d). O mesmo procedimento foi repetido três vezes, com um intervalo de 30 segundos entre cada^{2,12,13}.

Electromiografia

A coleta do sinal EMG foi realizada com a utilização de um eletromiógrafo de quatro canais de EMG e dois canais acessórios (EMG System[®]), eletrodos de superfície circulares de Ag/AgCl (Meditrace[®]), com área de captação de 1 cm² e distância intereletrodos de 2 cm posicionados em configuração bipolar.

Os eletrodos foram posicionados no lado direito sobre os músculos: reto abdominal (RA), em 2 cm lateralmente a cicatriz umbilical; oblíquo interno (OI), em 2 cm medial e inferiormente a espinha ilíaca ântero-superior; iliocostal lombar (IL), em 6 cm lateralmente ao espaço entre os processos espinhosos de L2-L3; e multifido (MU), em 2 cm lateralmente ao espaço entre os processos espinhosos de L4-L5^{11,14,15}. Além disso, o eletrodo de referência foi posicionado

na espinha ilíaca ântero-superior direita, bem como, antes da colocação dos eletrodos foi realizada tricotomia e limpeza da pele com álcool¹⁶.

O sinal EMG foi coletado em uma frequência de amostragem de 1000 amostras/s e depois amplificado com um ganho total de 2000 vezes (20 vezes no pré-amplificador e 100 vezes no amplificador).

Análise dos dados

A amplitude do sinal EMG foi analisada no domínio do tempo, após a filtragem (filtro passa alta de 20Hz, filtro passa baixa de 500 Hz e filtro notch de 60 Hz) e retificação destes, em janelas de 200ms antes e após a perturbação³, em seguida foram calculadas as razões entre os músculos anteriores e posteriores (Razão AP= IO+RA/ MU+IL) (Figura 2).

(Inserir Figura 2)

O tempo de reação EMG, ou seja, o tempo decorrido entre a ocorrência da perturbação e a ativação muscular, no teste de estabilidade foi calculado por meio do método de correlação cruzada, que considera o ponto de maior correlação (valor de r) entre a curva dos produtos de dois sinais o momento em que ocorreu o *onset* muscular (Figura 3)^{17,18}. Assim, foram considerados para a obtenção destas correlações os sinais obtidos do deslocamento do acelerômetro e da atividade EMG dos músculos analisados. A posição no eixo x (Deslocamentos) do maior valor de r (eixo y) será considerada o tempo de reação EMG.

(Inserir Figura 3)

A análise estatística foi realizada utilizando o pacote estatístico PASW 18.0 (SPSS Inc.), no qual foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade dos dados. Em seguida, foram aplicados os seguintes testes: teste-t para amostras independentes, para comparação entre os grupos para os valores de razão EMG antes e após a perturbação; *Mann-Whitney*, para comparação do tempo de reação EMG entre os grupos; ANOVA *one way*; e

Kruskal-Wallis para a comparação entre os os tempos de reação EMG nas três tentativas. Para todos os testes foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Embora não tenha ocorrido diferença significativa na comparação entre as tentativas do teste de estabilidade, o GC apresentou tendência de menor variabilidade entre as três tentativas realizadas para os valores de razão antes e depois da perturbação (Figuras 4 e 5). Além disso, também percebe-se que o GDL tende a aumentar os valores da razão EMG antes da perturbação na segunda e terceira tentativas em relação a primeira tentativa do teste (Figura 4).

(Inserir Figura 4 e 5)

Na comparação entre GC e GDL não foi possível identificar diferenças significativas, contudo, sugere-se que o GC apresenta maiores valores da razão EMG após a ocorrência da perturbação do tronco (Tabela 2).

(Tabela 2)

Para os valores de tempo de reação EMG não foram encontradas diferenças significativas entre GC e GDL. Porém, os valores de tempo de razão EMG das voluntárias do GDL apresentaram para os músculos IL e MU uma tendência de diminuição quando comparadas a segunda e a terceira tentativa em relação à primeira tentativa (Figuras 6 e 7). Além disso, é possível sugerir que as voluntárias do GC apresentam menor variabilidade nos tempos de reação EMG entre as tentativas (Figuras 6 e 7).

(Inserir Figura 6)

(Inserir Figura 7)

DISCUSSÃO

As alterações no tempo de reação EMG frente à ocorrência de uma perturbação externa, bem como, a diminuição da co-contracção antagonista são achados comuns em pacientes com dor lombar não específica, que, geralmente, indicam diminuição do controle motor e da propriocepção da região lombar^{5,8,19}. Assim, atividades cotidianas que incluem a movimentação de diversos segmentos do corpo e, por isso, exigem ótimo controle postural e estabilidade da região da coluna vertebral lombar, podem expor pacientes com essa disfunção músculo-esquelética ao aparecimento de dor e lesão nesta região anatômica³.

O controle da propriocepção deste local dependem de mecanismos sensório-motores, que são modulados por mecanorreceptores aferentes²⁰. Entre estes mecanorreceptores estão os fusos musculares, estruturas localizadas entre as fibras musculares, que responde ao estiramento do músculo. A informação aferente de estiramento muscular detectada é levada pelo axônio do neurônio aferente até a medula, onde realiza sinapse com o motoneurônio *alfa*, o qual despolariza a membrana do músculo, o que acarreta na contração deste²¹. Assim, o fuso muscular é um das estruturas mais importantes para a ocorrência do primeiro componente da resposta neuromuscular, ou seja, a resposta de latência curta¹⁰.

A manutenção da estabilidade da região lombar frente a uma perturbação também exige um importante controle postural. Frank e Earl²² apresentaram três estratégias fundamentais para a manutenção postural, a preparação postural, os ajustes posturais antecipatórios e os ajustes posturais reativos. Entre essas três estratégias os ajustes posturais antecipatórios fornecem o mais eficiente método de regulação postural nas condições em que é reconhecido a existência de uma perturbação⁸.

Desse modo, pode-se sugerir que o atraso no tempo de reação EMG descrito na literatura em indivíduos com dor lombar não específica seja decorrente de alterações proprioceptivas, principalmente, no que tange a ação do fuso muscular^{8,23,24}. A menor variabilidade do tempo de reação EMG entre as tentativas, que ocorreu no GC, possivelmente, também reflete um controle postural mais eficiente, que desde a primeira tentativa do teste

forneceu a resposta mais adequada para estabilizar o tronco frente a perturbação.

A co-contração antagonista dos músculos do tronco, que pode ser evidenciada por meio dos valores de razão EMG dos músculos anteriores/posteriores, também sugere uma maior variabilidade entre a primeira e a terceira tentativa para o GDL. Assim como no caso do tempo de reação EMG, esta maior variabilidade pode representar uma redução no controle motor desta região. Além disso, os valores de razão EMG também apresentaram uma tendência de serem maiores no GC em relação ao GDL, possivelmente, pois pessoas saudáveis aumentam mais a co-contração antagonista frente a ocorrência de um desequilíbrio do que pessoas com dor lombar inespecífica⁶.

CONCLUSÃO

Embora neste estudo não tenha sido possível identificar diferenças significativas para o tempo de reação EMG e a razão A/P entre indivíduos com dor lombar inespecífica e saudáveis em situação de desequilíbrio do tronco. Os resultados mostraram que pessoas com esta disfunção motora apresentaram maior variabilidade destes indicadores entre a primeira e a terceira tentativa, o que representa um menor controle motor desta região.

REFERÊNCIAS

1. Bruijn SM, van Dieen JH, Meijer OG, Beek PJ. Is slow walk more stable? J Biomech. 2009;42:1506-12.
2. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part 1. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disord. 1992;5:383-9.
3. Cholewicki J, Simons AP, Radebold A. Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. J Biomech. 2000;33:1377-85.

4. Cholewicki J, Panjabi MM, Khatchatryan A. Stabilizing function of trunk flexor/extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine*. 1997;22:2207-12.
5. van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back enhance the stability of lumbar spine. *Spine*. 2003;28:834-41.
6. Cholewicki J, Silfies SP, Shah RA, Greene HS, Reeves NP, Alvi K, Goldberg B. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*. 2005;30:2614-20.
7. 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.
8. Mehta R, Cannella M, Smith SS, Silfies SP. Altered trunk motor planning in patients with non-specific low back pain. *J Motor Behav*. 2010;42:135-44.
9. Anders C, Wenzel B, Scholle HC. Cyclic upper body perturbations caused by a flexible pole: influence of oscillation frequency and direction on trunk muscle co-ordination. *J Back Musculoskel Rehabil*. 2007;20:167-75.
10. Palmieri-Smith RM, Hopkins JT, Brown TN. Peroneal activation deficits in persons with functional ankle instability. *Am J Sports Med*. 2009;37:982-7.
11. O'Sullivan PB, Grahmslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV. The effects of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain free population. *Spine*. 2002;27:1238-44.
12. Li G, Haslegrave CM. Seated postures for manual, visual and combined tasks. *Ergonomics*. 1999;42:1060-86.

13. Moorhouse KM, Granata K. Role of reflex dynamics in spinal stability: intrinsic muscle stiffness alone is insufficient for stability. *J Biomech.* 2007;40:1058-65.
14. Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2003;13:477-89.
15. Gonçalves M, Barbosa F. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2007;11(2):102-14.
16. Hermens JH, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2000;10:361-74.
17. Loeb GE, Yee WJ, Pratt CA, Chanaud CM, Richmond FJR. Cross-correlation of EMG reveals widespread synchronization of motor units during some slow movements in intact cats. *J Neuroscienc Methods.* 1987;21:239-49.
18. Vint PF, McClean SP, Harron GM. Electromechanical delay in isometric actions initiated from nonresting levels. *Med Scienc Sports Exerc.* 2001;899:47-65.
19. Silfies SP, Squillante D, Maurer P, Westcott S, Karduna AR. Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. *Clinical Biomechanics* 2005;20:465-73.
20. Sánchez-Zuriága D, Vera-Garcia FJ, Moreside JM. Trunk muscle activation patterns and spine kinematics when using an oscillating blade: influence of

different postures and blade orientation, Arch Phys Med Rehabil 2009; 90:1055-1060.

21. Guyton AC, Hall JE. Fundamentos de Guyton – Tratado de Fisiologia Médica. 10ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara, 2002.

22. Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. Phys Ther 1990;70:855-863.

23. Hodges PW, Bui BH. A comparison of computer based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. Electroencephal Clin Neuroph 1996;101:511-519.

24. Hodges PW, Cresswell AG, Daggfeldt, Thorstensson, A. Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement. Gait&Posture 2000;11:92-101.

TABELAS

Tabela 1: Valores de média e desvio padrão da idade, massa, altura e nível de atividade física das voluntárias do grupo controle e grupo com dor lombar.

	Grupo com Dor Lombar (n=7)	Grupo Controle (n=9)
Idade (anos)	19.5±1.1	20.8±2.4
Massa (Kg)	59.6±7.1	61.2±8.4
Estatura (m)	1.65±0.05	1.64±0.06
Nível de atividade física (dias/semana)	3.6±1.5	3.7±1.3

Tabela 2: Valores da razão EMG no período de 200 ms antes da perturbação no tronco e no período de 200 ms após a perturbação do tronco das voluntárias do grupo controle e grupo com dor lombar.

		Grupo Controle (n=9)	Grupo com Dor Lombar (n=7)	p
Antes da Perturbação	Tentativa 1	63,3±30,6	58,6±31,3	0,7
	Tentativa 2	64,5±25,2	65,6±18,7	0,9
	Tentativa 3	64,3±27,1	72,02±29,8	0,6
Depois da Perturbação	Tentativa 1	135,8±27,6	128,6±17,3	0,5
	Tentativa 2	142,5±11,3	132,6±28,6	0,3
	Tentativa 3	139,3±21,1	136,01±20,01	0,7

FIGURAS

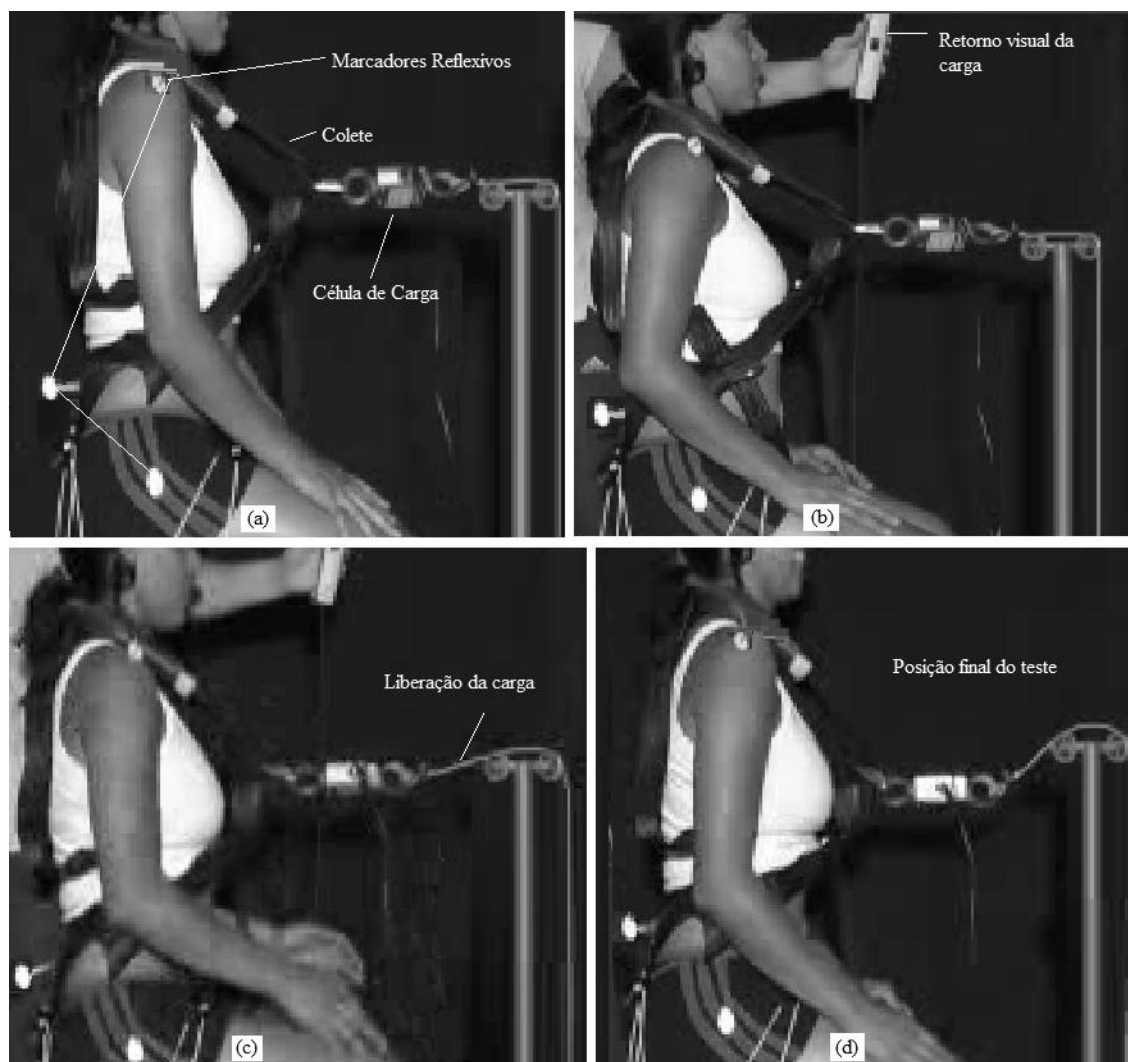


Figura 1: (a) Início do teste de estabilidade, a voluntária em postura neutra; (b) a voluntária tracionando a carga de 10% do peso corporal; (c) momento do desequilíbrio; e (d) o reposicionamento da voluntária na postura inicial.

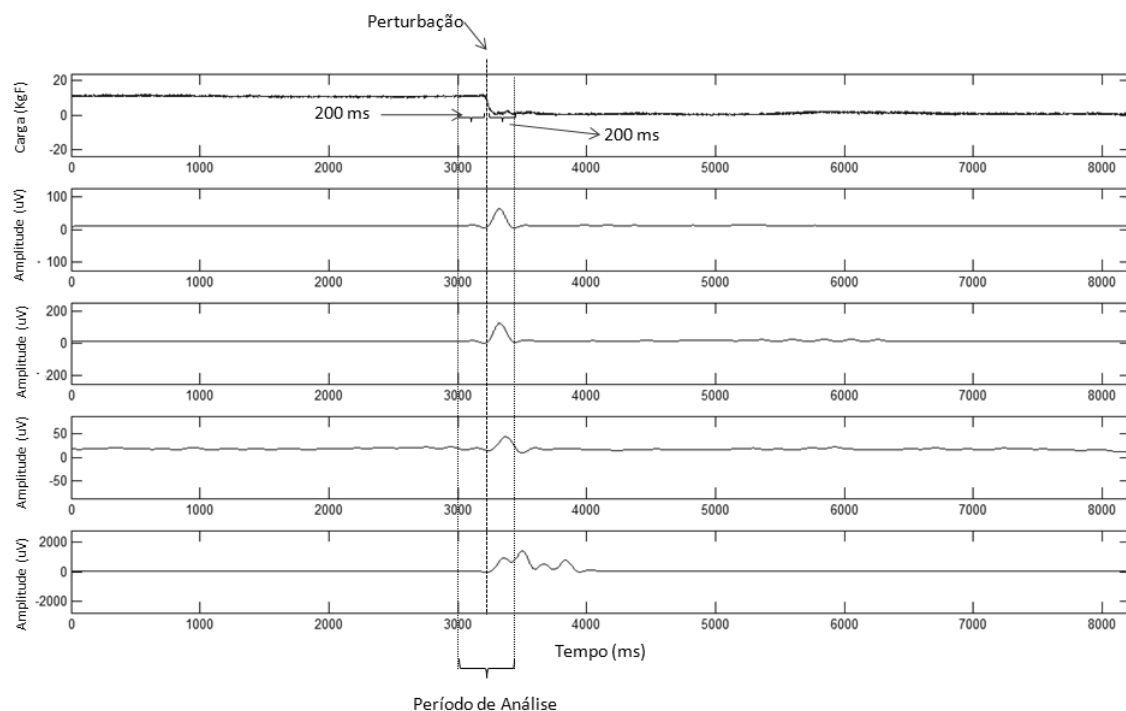


Figura 2: Análise no domínio do tempo utilizada nos cálculos das razões ântero-posteriores.

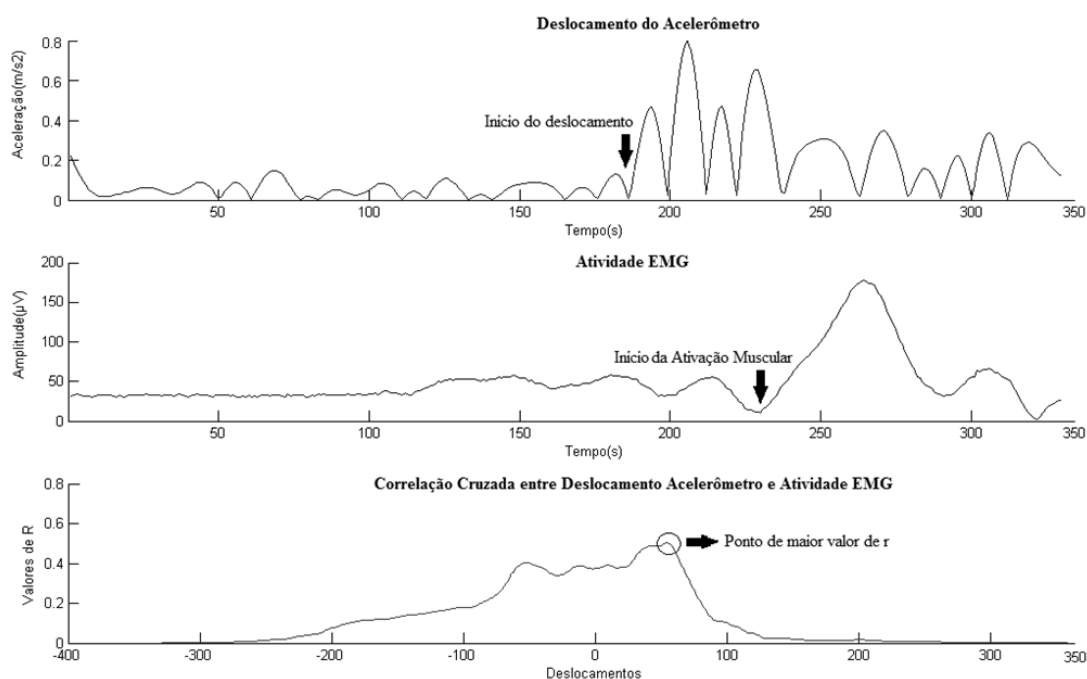


Figura 3: Curvas do deslocamento do acelerômetro, da atividade EMG e dos valores de r utilizados no método de correlação cruzada para determinação do tempo de reação EMG.

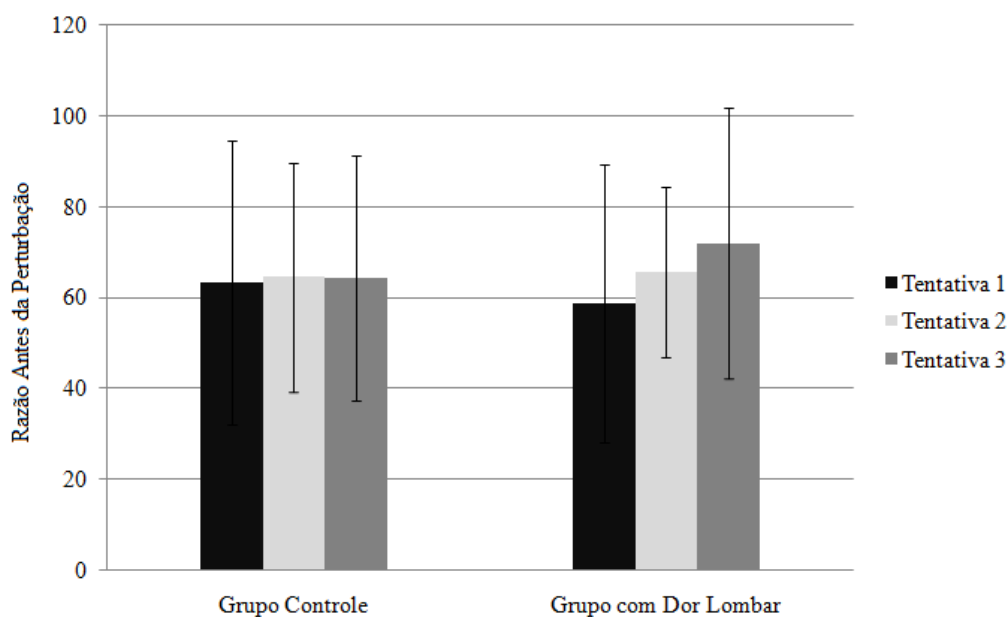


Figura 4: Valores de razão EMG entre os músculos Reto Abdominal+Oblíquo Interno/Multífido+Iliocostal Lombar no período de 200 ms antes da ocorrência da perturbação no tronco.

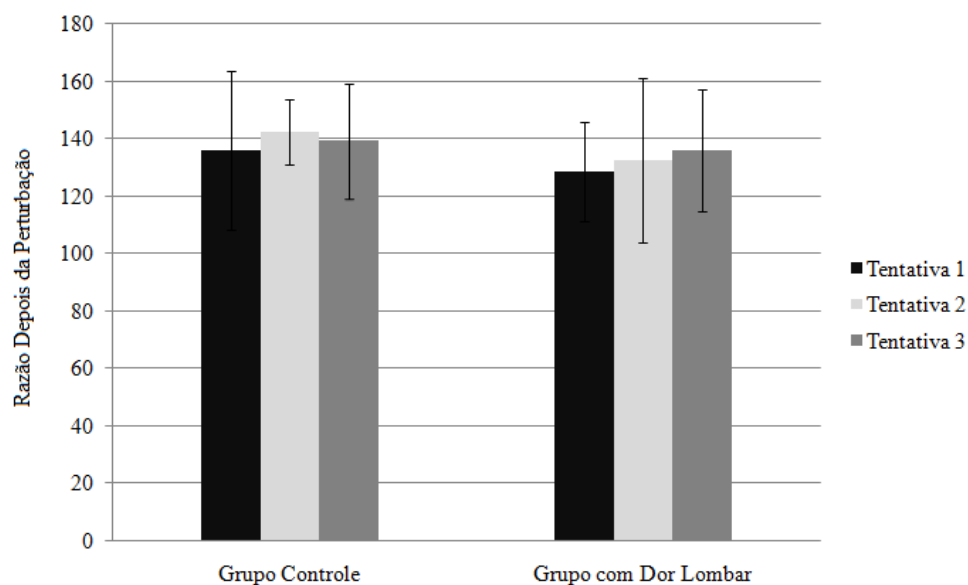


Figura 5: Valores de razão EMG entre os músculos Reto Abdominal+Oblíquo Interno/Multífido+Iliocostal Lombar no período de 200 ms depois da ocorrência da perturbação no tronco.

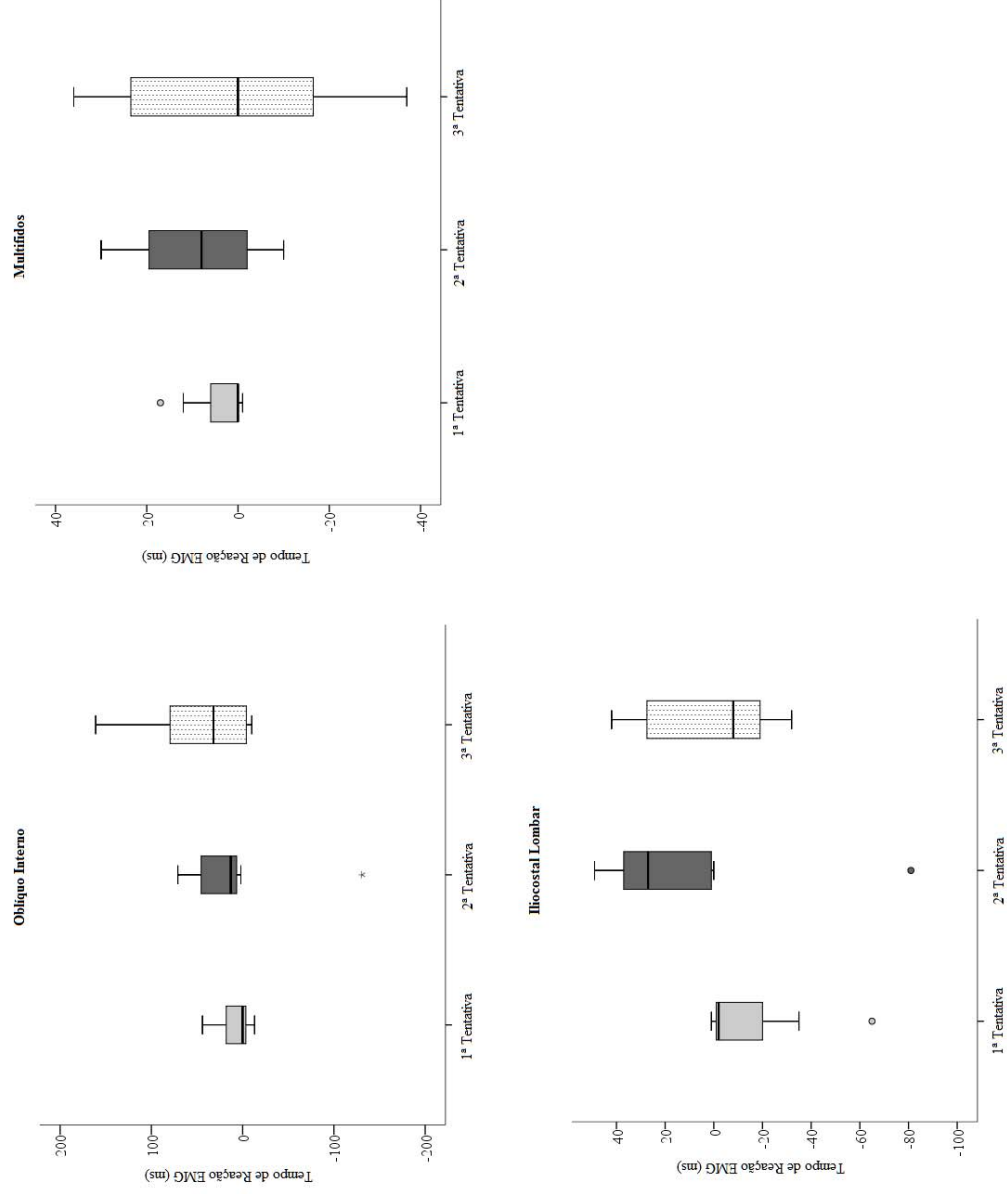


Figura 6: Valores de tempo de reação EMG dos músculos oblíquo interno, multifido e iliocostal lombar das voluntárias do GDL nas três tentativas do teste de estabilidade.

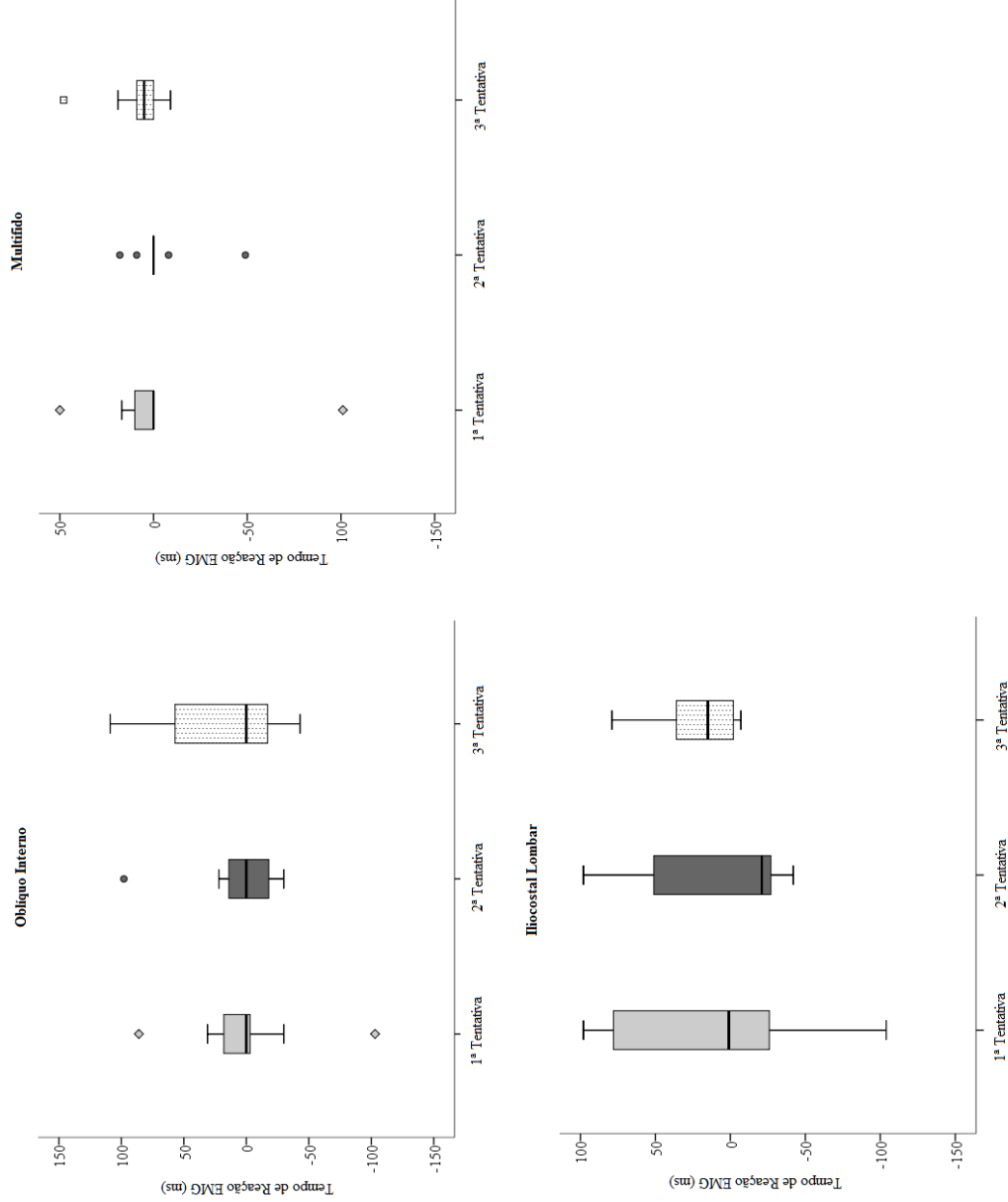


Figura 7: Valores de tempo de reação EMG dos músculos oblíquo interno, multifido e ilíocostal lombar das voluntárias do GC nas três tentativas do teste de estabilidade.

ATIVIDADE EMG DOS MÚSCULOS ESTABILIZADORES DO TRONCO DURANTE A CONTRAÇÃO DO PRINCÍPIO CENTRANDO DO MÉTODO PILATES

Nise Ribeiro Marques^{a,b}, Candidata a Mestre, Mary Hellen Morcelli^{a,c}, Candidata a Mestre, Camilla Zamfolini Hallal^{a,b}, Candidata a Mestre, Mauro Gonçalves^{a,b,c*}, Doutor

^a *Laboratório de Biomecânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil.*

^b *Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil.*

^c *Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil.*

^{*} *Correspondência: Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil. Avenida: 24-A, 1515, CEP: 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil. Email: labiomec@rc.unesp.br, telefone: +55 (19) 35264345, fax: +55 (19) 35264320.*

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the electromyographic (EMG) activity of iliocostalis lumborum (IL), internal oblique (IO) and multifidus (MU) and the percentage of antagonist co-contraction between IO/IL and IO/MU during Centered Principle of Pilates Method. Participated of this study 18 women, divided in two groups, group with low back pain (8 volunteers) and control group (10 volunteers). It was performed two isometric contractions of IO (Centering Principle). Control group had a higher activation of IO and MU. Also, showed a higher percentage of antagonist cocontraction between IO/MU. So, healthy individual presented a better recruitment of trunk stabilizer muscles during Centering Principle of Pilates Method, which could evidence that this population has higher spine stability.

1. Introdução

A dor lombar não específica é um sintoma músculo-esquelético de grande incidência, que acomete, aproximadamente, 80% da população ocidental adulta (da Fonseca et al 2009). Estima-se que 5% a 15% dos casos de dor lombar tornam-se crônicos, o que acarreta gastos significativos aos sistemas de saúde e previdência social (Gaskell et al 2007). Entre as prováveis causas da dor lombar estão as alterações no recrutamento muscular, a diminuição da capacidade de geração de força e de resistência da musculatura abdominal profunda (da Fonseca et al 2009; O'Sullivan et al 1997; van Dieën et al 2003).

Tendo em vista essa realidade, a busca por tratamentos para a dor lombar, especialmente os de baixo custo, é necessária. Entre estas intervenções está o exercício físico, que tem como objetivo a melhora da função muscular (Kakaanpaa et al 1999). Atualmente, os exercícios denominados “estabilizadores segmentares” tem sido apontados como uma importante técnica fisioterapêutica para a prevenção e reabilitação da dor lombar não específica (Franca et al 2008). Dentro dessa modalidade de exercícios, destaca-se a terapia com o Método Pilates, que tem sido utilizada na prática clínica dos fisioterapeutas (Bryan & Hawson, 2003).

A terapia com o Método Pilates é indicada para a prevenção e reabilitação da dor lombar, uma vez que, promove maior estabilidade para os segmentos vertebrais, em decorrência do treinamento específico para a musculatura abdominal profunda (Muscolino & Cipriano, 2004). Deste modo, essa modalidade de exercício objetiva a automatização de padrões de recrutamento muscular, bem como, a melhora do condicionamento dos músculos do tronco (Bryan & Hawson, 2003).

Os exercícios que compõe o Método Pilates são baseados em seis princípios básicos: Concentração, Controle, Centrando, Fluidez, Precisão e Respiração. Entre estes princípios destaca-se o Centrando, que consiste da contração isométrica do músculo oblíquo interno. Além disso, o Centrando deve ser mantido durante a realização dos exercícios, com intuito de prover estabilidade à coluna lombar (Gladwell et al 2006).

A estabilidade pode ser definida como a capacidade de um sistema manter-se em equilíbrio mesmo diante da ocorrência de perturbações externas (Granata & Orishimo, 2001). Nesse sentido, existem algumas estratégias de controle motor que buscam preservar ou aumentar a estabilidade de uma articulação. Uma destas estratégias é a maior ativação dos músculos estabilizadores articulares e a outra é o aumento da co-contratação antagonista (van Dieën et al 2003). No caso do Centrando, essas duas estratégias de estabilização dos segmentos intervertebrais estão presentes.

Embora amplamente utilizado na fisioterapia, pouco ainda se sabe acerca do efeito dos princípios e exercícios do Método Pilates no sistema músculo-esquelético (Silva et al 2009). Desse modo, considerando a incidência da dor lombar e a necessidade de intervenções conservadoras mais eficazes para a prevenção e tratamento da dor lombar, o presente estudo tem como objetivo analisar a atividade EMG dos músculos iliocostal lombar (IL), oblíquo interno (OI) e multífido (MU), bem como, o percentual de co-contratação antagonista (OI/IL; e OI/MU) durante a realização do Princípio Centrando em indivíduos com dor lombar e saudáveis iniciantes na prática do Método Pilates. A hipótese do presente estudo é que os indivíduos com dor lombar, por apresentarem redução na estabilidade da região lombo-pélvica, apresentarão menor ativação muscular do IL, OI e MU e menor co-contratação OI/IL e OI/MU.

2. Método

2.1. Sujeitos

Participaram do estudo 18 mulheres, fisicamente ativas, sem experiência no Método Pilates, recrutadas em uma população universitária, as quais foram separados em dois grupos: grupo com dor lombar (GDL) e grupo controle (GC), de acordo com auto-relato da presença de dor lombar nos seis meses pregressos ao estudo (Tsao & Hodges 2008). O GDL foi composto por 8 voluntários e o GC foi composto por 10 voluntários. Os indivíduos de ambos os grupos possuíam massa, idade, altura e nível de atividade física semelhante (Table 1).

Como critérios de exclusão foram adotados a ocorrência de histórico progresso de cirurgia na coluna ou abdômen, bem como, desordens ortopédicas, neurológicas e cardiovasculares, que representassem risco significativo aos sujeitos. Todos os voluntários foram informados, previamente, sobre os procedimentos para coleta de dados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado em Comitê de Ética local.

2.2. Protocolo

O protocolo de coleta de dados foi realizado em dois dias com intervalo de 24-72 horas entre cada dia. No primeiro dia, as voluntárias foram familiarizadas com o ambiente para coleta de dados e responderam o questionário de caracterização dos voluntários. No segundo dia, os voluntários foram familiarizados com a contração isométrica do músculo OI por meio de um *feedback* visual provido pelo sinal EMG em

um monitor localizado à frente do voluntário (Figura 1). Assim, foram realizadas duas contrações isométricas do músculo OI (Princípio Centrando) até a exaustão, com um intervalo de repouso de 3 minutos entre cada contração.

A contração isométrica do OI, característica do Princípio Centrando, foi realizado na posição sentada neutral com quadril e joelhos flexionados em aproximadamente 90° (O'Sullivan et al 2002; O'Sullivan et al 2006). Todos os voluntários foram orientados a manter essa posição durante as contrações. Além disso, os voluntários receberam *feedback* visual de um monitor posicionado à frente deste, o qual projetava a imagem das voluntárias no plano sagital direito. Para a captura de imagens foi utilizado uma câmera (Panasonic®) e marcadores fotorreflexivos posicionados sobre o acrômio, processo espinhoso de L5 e trocânter maior do fêmur no lado direito (Figura 2).

2.2. Electromiografia

O sinal EMG foi coletado com um eletromiógrafo de quatro canais e dois canais acessórios (EMG System®), eletrodos de superfície de Ag/AgCl (Meditrace®), com uma área de captação ativa de 1 cm² e uma distância intereletrodos de 2 cm utilizados em configuração bipolar.

Os eletrodos foram posicionados no lado direito sobre os músculos; oblíquo interno (OI), em 2 cm medial e inferiormente à espinha ilíaca ântero-superior; ilíocostal lombar (IL), em 6 cm lateralmente ao espaço entre os processos espinhosos de L2-L3; e multífido (MU), em 2 cm lateralmente ao espaço entre os processos espinhosos de L4-L5 (Marshall & Murphy, 2003; Barbosa & Gonçalves, 2005). Além disso, um eletrodo de referência foi posicionado sobre a espinha ilíaca ântero-superior e, antes da

colocação dos eletrodos, foi realizada tricotomia e limpeza de pele com álcool (Hermens et al 2000).

O sinal EMG foi coletado em uma frequência de amostragem de 1000 amostras/s e após amplificação com um ganho total de 2000 vezes (20 vezes no pré-amplificador e 100 vezes no amplificador). Assim, o sinal EMG foi processado com um filtro passa baixa de 20 Hz e passa alta de 500 Hz, assim como, foi utilizado um filtro *notch* de 60 Hz.

2.3. Análise dos dados

A análise do sinal EMG foi realizada em rotinas específicas desenvolvidas em ambiente Matlab (Mathworks® 7.0). O sinal EMG das contrações isométricas durante as duas contrações do músculo OI foram processadas no domínio do tempo para o cálculo da *Root Mean Square* (RMS). Os valores de RMS dos músculos OI, MU e IL foram normalizados pelo RMS máximo de cada músculo.

O percentual de co-contração entre OI/MU e IO/IL foram calculados durante todas as contrações isométrica do OI, utilizando a equação 1 (Candotti et al 2009),

$$\%COCON = 2x \frac{\text{área comum A\&B}}{\text{área A} + \text{área B}} x 100$$

onde %COCON é o percentual de co-contração entre dois músculos antagonistas (OI e MU; OI e IL), área A, representa a área abaixo do sinal EMG suavizada do músculo A, área B, representa a área abaixo do sinal EMG suavizada do músculo B, área comum A&B é a área comum da atividade EMG entre os dois músculos antagonistas.

Com o uso do pacote estatístico PASW 18.0 (SPSS Inc.), foram realizadas as comparações entre GC e GDL para os valores de RMS e %COCON, utilizando o teste *t-Student* para amostras independentes, adotando como nível de significância de $p < 0.05$.

3. Resultados

Durante a primeira contração do Princípio Centrando, o GC apresentou maior ativação muscular do OI do que o GDL ($p= 0,009$). Na segunda contração, o GC apresentou maior ativação muscular dos MU em relação ao GDL ($p=0,001$) (Figura 3).

O GC não apresentou diferença significativa em relação GDL no que se refere à co-contração OI e IL tanto na primeira quanto na segunda tentativa. No entanto, foi observada diferença significativa entre GC e GDL na co-contração OI e Mu tanto na primeira ($p=0,004$) quanto na segunda ($p= 0,043$) tentativa, sendo que o percentual de co-contração antagonista foi maior no GC (Figura 4).

4. Discussão

O Método Pilates foi desenvolvido por Joseph Humbertus Pilates durante a Primeira Guerra Mundial (Siler 2000). Até os anos 80 este Método era quase que, exclusivamente, praticado por dançarinos, sendo que, estes profissionais foram os principais responsáveis pela difusão da técnica (Anderson & Spector, 2000; Emery et al 2010). Atualmente, o Método Pilates é amplamente aplicado na fisioterapia para prevenção e reabilitação de lesões, sintomas e disfunções músculo-esqueléticas (Franca et al 2008).

Nesse sentido, o presente estudo foi formado por uma amostra composta por indivíduos iniciantes na prática do Método Pilates com o objetivo de verificar como se comporta a atividade EMG dos músculos do tronco de indivíduos com dor lombar e saudáveis durante um dos princípios fundamentais do Método Pilates. Além disso, os resultados encontrados concordaram parcialmente com a hipótese inicial do estudo.

A EMG de superfície é uma técnica de análise biomecânica, amplamente, utilizada para avaliação da função muscular, sendo que, o uso do cálculo da RMS possibilita verificar a amplitude de ativação muscular. Assim, um maior valor de RMS indica que há um maior número de unidades motoras ativas (De Luca 1997). Nesse sentido, indivíduos do grupo controle apresentaram maior recrutamento de unidades motoras durante a contração isométrica do OI, o que evidencia um melhor controle motor desta região como proposto pelos estudos de Hodges and Richardson (1996) e Moseley et al (2003), que encontraram diminuição e atraso na ativação dos músculos estabilizadores do tronco em indivíduos com dor lombar não específica (O'Sullivan et al 1998; Richardson & Jull, 1995; Hodges et al 2006). Além disso, durante a postura sentada Astfalck et al (2010) também observou uma maior ativação do músculo OI em jovens sem dor lombar quando comparados com jovens com dor lombar não específica.

Durante as contrações do Princípio Centrando, o GC também apresentou uma maior ativação do MU, o que, possivelmente está relacionado com outra estratégia de aumentar a estabilidade da região lombo-pélvica, que ocorre por meio da co-contração antagonista (Cholewicki et al 1997; Gardner-Morse & Stokes, 2001; Granata & Marras, 2000; van Dieën et al 2003).

Haja vista que a co-contração antagonista possui duas funções: primeiro estabilizar a coluna devido ao aumento do *stiffness* na articulação intervertebral; e segundo, para controle do movimento, uma vez que, o *stiffness* articular durante o movimento é modulado para suprir perturbações no sistema neuromotor (van Dieën et al 2003). Assim como identificado neste estudo, indivíduos saudáveis possuem maior co-contração antagonista OI/MU, isto além de promover aumento no *stiffness* intervertebral e manter a coluna mais estável durante os exercícios (Dollan et al 1994), também corrobora para uma melhor dissipação das forças, que atuam sobre a coluna,

durante a ocorrência de perturbações externas sem que haja aumento das cargas de compressão no sistema intervertebral.

No entanto, a co-contração antagonista entre OI/ IL em ambos os grupos não apresentou diferença significativa. Possivelmente, isto ocorreu, uma vez que o IL, não tem função direta na estabilização da região lombo-pélvica, tendo como seu principal papel a realização de movimentos de grande amplitude e geração de torque (O'Sullivan et al 2002; O'Sullivan et al 2006), o que não ocorreu durante o teste realizado.

Neste estudo, a intensidade da contração do Princípio Centrando não foi controlada, assim como é realizada na prática clínica do Método, na qual a intensidade desta contração é auto-selecionável. Além disso, é possível que ocorra cross-talk entre os músculos OI e transversos abdominais, no entanto, a medida de representação da ativação muscular de ambos é um indicativo válido para a avaliação da estabilidade do tronco, mesmo que a proporção de ativação muscular exata de cada um desses músculos seja desconhecida (Anders et al 2007).

5. Conclusão

Portanto, indivíduos sem dor lombar iniciantes na prática do Método Pilates possuem maior ativação muscular do OI e co-contração antagonista entre OI/MU em relação ao GDL, durante a contração isométrica do OI, característica do Princípio Centrando. Isto pode contribuir como uma importante informação no sentido que indivíduos sem histórico de dor lombar inespecífica, possivelmente, possuem uma maior estabilidade da coluna lombar durante a realização de exercícios do Método Pilates.

REFERÊNCIAS

Anders C, Wagner H, Puta C, Grassme R, Petrovitch A, Scholle HC 2007 Trunk muscle activation patterns during walking at different speeds. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 17: 245–252.

Anderson BD, Spector A 2000 Introduction to Pilates-based rehabilitation. *Orthopaedic physical therapy clinics of North America* 9 (3): 1–8.

Astfalck RG, O’Sullivan PB, Straker LM, Smith AJ, Burnett A, Caneiro JP, Dankaerts W 2010 Sitting Postures and Trunk Muscle Activity in Adolescents With and Without Nonspecific Chronic Low Back Pain. *Spine* 35(14): 1387–1395.

Barbosa FSS, Gonçalves M 2005 Comparison between exhaustion and 30-second protocols utilized in evaluating electromyographic fatigue of the erector spinae muscles. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 9(1): 77-83.

Bryan M, Hawson S 2003 The benefits of pilates exercise in orthopaedic rehabilitation. *Techniques in orthopaedics* 18(1): 126-129.

Candotti CT, Loss JF, Bagatini D, Soares DP, Rocha EK, Oliveira AR, Guimarães ACS 2009 Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 19: 915-921.

Cholewicki J, Panjabi MM, Khatchatryan A, 1997 Stabilizing function of trunk flexor/extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* 22: 2207–2212.

da Fonseca JL, Magini M, de Freitas TH, 2009 Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a Pilates intervention. *Journal of Sport Rehabilitation* 18: 269-282.

De Luca CJ, 1997 The use of electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics* 13: 135-163.

Dolan P, Earley M, Adams MA, 1994 Bending and compressive stresses acting on the lumbar spine during lifting activities. *Journal of Biomechanics* 27: 1237-1248.

Emery K, De Serres SJ, McMillan A, Côté JM, 2010 The effects of a Pilates training program on arm–trunk posture and movement. *Clinical Biomechanics* 25: 124–130.

Franca FJR, Burke TN, Claret DC, Marques AP, 2008 Estabilização segmentar da coluna lombar nas lombalgias: uma revisão bibliográfica e um programa de exercícios. *Fisioterapia e Pesquisa* 15(2): 200-206.

Gardner-Morse MG, Stokes IAF, 2001 Trunk stiffness increases with steady-state effort. *Journal of Biomechanics* 34: 457–464.

Gaskell L, Enright S, Tyson S, 2007 The effects of a back rehabilitation programme for patients with chronic low back pain. *Journal of Evaluation in Clinical Practice* 13: 795-800.

Gladwel V, Head S, Haggard M, Beneke R, 2006 Does a program of Pilates improve a chronic non-specific low back pain?. *Journal of Sports Rehabilitation* 15: 338-350.

Granata KP, Marras WS, 2000 Cost-benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine* 25: 1398-1404.

Granata KP, Orishimo KF, 2001 Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability. *Journal of Biomechanics* 34 (9): 1117-1123.

Hermens JH, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G, 2000 Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 10: 361-374.

Hodges PW, Richardson CA, 1996 Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transverses abdominis. *Spine* 21: 2640-2650.

Kakaanpaa M, Taimela S, Airaksinen O, Hänninen O, 1999 The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain: effects of pain intensity, self-experienced disability, and lumbar fatigability. *Spine* 24(10): 1034-1042.

Marshall P, Murphy B, 2003. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13: 477-489.

Moseley GL, Nicholas MK, Hodges PW, 2004 Pain differs from non-painful attention-demanding or stressful tasks in its effect on postural control patterns of trunk muscles. *Experimental Brain Research* 156: 64-71.

Muscolino JE, Cipriani S, 2004 Pilates and the “powerhouse”-II. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 8: 122–130.

O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF, Farrell GT, Jefford E, Naylor CS, O'Sullivan KJ, 2006 Effect of different upright postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain free population. *Spine* 31(19):707-712.

O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV, 2002 The effects of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain free population. *Spine* 27(11): 1238-1244.

O'Sullivan PB, Twomey L, Allison GT, 1998 Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 27: 114–124.

O'Sullivan P B, Phyty DMG, Twomey LT, Allison GT 1997 Evaluation of Specific Stabilizing Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain With Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. *Spine* 22(24): 2959-2967.

Richardson C, Jull G, 1995 Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy* 1:2–10.

Siler B, 2000 *The Pilates Body*. Broadway Books, New York, NY. Winsor, M., 1999. *The Pilates Powerhouse*. Perseus Books, Cambridge, MA.

Silva YO, Melo MO, Gomes LE, Bonezi A, Loss JF, 2009 Análise da resistência externa e da atividade eletromiográfica do movimento de extensão de quadril realizado segundo o Método Pilates. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 13(1): 82-88.

Tsao H, Hodges PW, 2008 Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18(4): 559-67.

van Dieën JH, Cholewicki J, Radebold A, 2003 Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back enhance the stability of lumbar spine. *Spine* 28 (8): 834-841.

van Dieën JH, Kingma I, van der Bug JCE, 2003 Evidence for a role of antagonistic cocontraction in controlling trunk stiffness during lifting. *Journal of Biomechanics* 36: 1829–1836.

TABELAS

Tabela 1. Valores de média e desvio-padrão da idade, massa, estatura e nível de atividade física por semana das voluntárias do grupo com dor lombar e grupo controle.

	Grupo com Dor Lombar	Grupo Controle
	(n=8)	(n=10)
Idade (anos)	19.5 (1.1)	20.8 (2.4)
Massa (Kg)	59.6 (7.1)	61.2 (8.4)
Estatura (m)	1.6 (0.05)	1.6 (0.06)
Nível de atividade física (dias/semana)	3.6 (1.5)	3.7 (1.3)

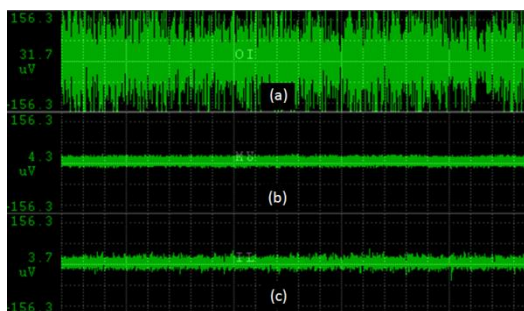
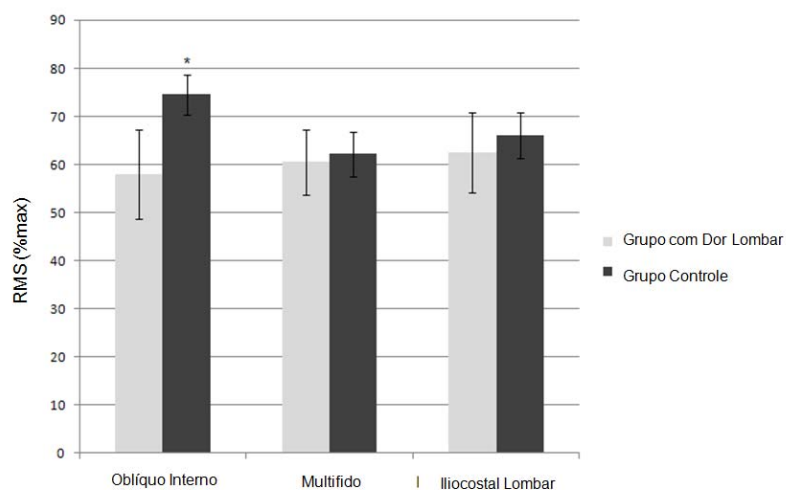
FIGURAS

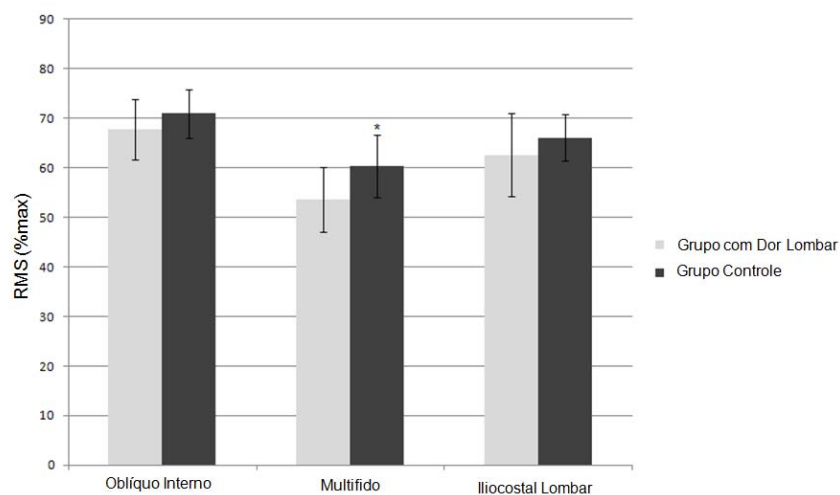
Figura 1. Atividade eletromiográfica dos músculos oblíquo interno (a), multífido (b) e iliocostal lombar (c) durante o Princípio Centrado do Método Pilates.



Figura 2. Posição sentada neutra e marcadores fotoreflexivos durante os testes.



(A)



(B)

Figura 3. (A) Valores de RMS dos músculos oblíquo interno, multifido e iliocostal lombar durante a primeira contração isométrica do músculo oblíquo interno; (B) e durante a segunda contração isométrica do músculo oblíquo interno (* $p < 0.05$).

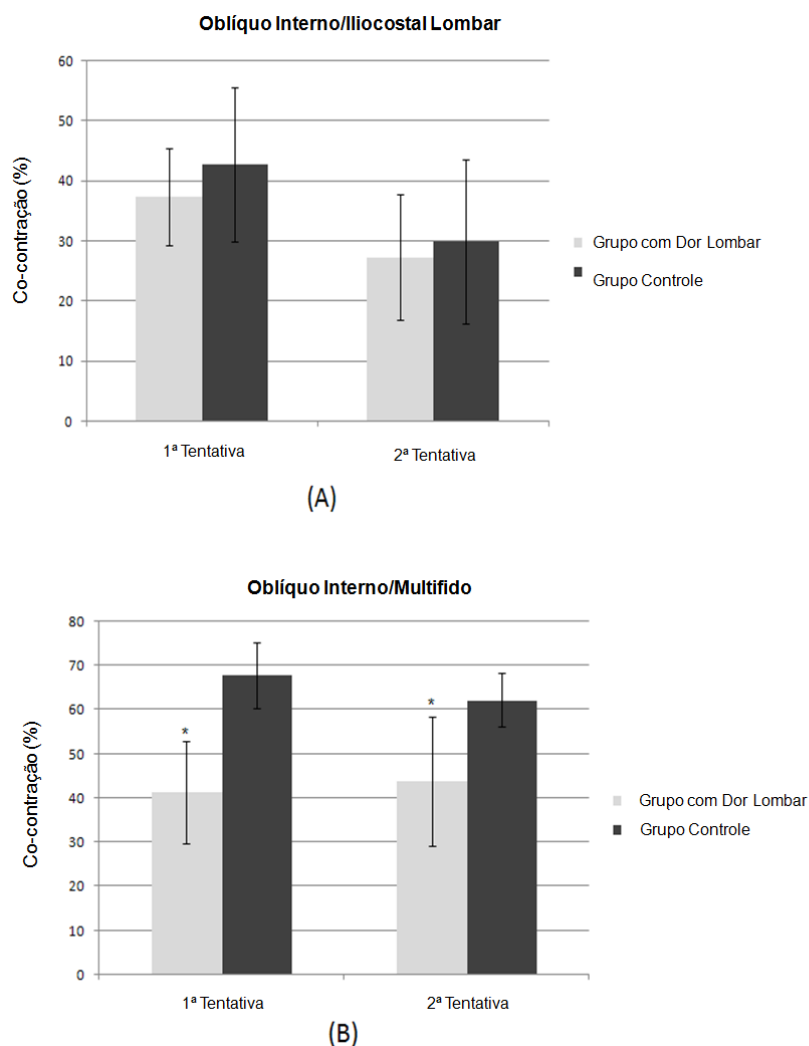


Figura 4. (A) Percentual de co-contração dos músculos oblíquo interno e iliocostal lombar durante a primeira e a segunda contrações isométricas do músculo oblíquo interno (B) Percentual de co-contração dos músculos oblíquo interno e multifido durante a primeira e a segunda contrações isométricas do músculo oblíquo interno (* $p < 0.05$).

Is there a role of internal oblique activation on back muscles fatigability during isometric extension trunk efforts? A study of back suffers and control group

Mauro Gonçalves^{a*}, Nise R Marques^b, Jaap H van Dieën^c, Camilla Z Hallal^b

^{a,*} *Department of Physical Education, Bioscience Institute, São Paulo State University, Rio Claro, Brazil.*

^b *Department of Physical Therapy, Faculty of Science and Technology, São Paulo State University, Presidente Prudente, Brazil.*

^c *Research Institute MOVE, Faculty of Human Movement Sciences, VU University Amsterdam, Amsterdam, Netherlands*

Correspondence to:

Avenida: 24-A, 1515. CEP: 13506-900. Rio Claro, SP. Brazil. Tel: +55 19 3526 4345.

Email address: labiomec@rc.unesp.br

Key words: Muscle Fatigue; Stability; Low back pain; Electromyography.

Abstract

This study aimed to analyze the role of internal oblique activation on back muscles fatigability of back suffers and control group during isometric trunk efforts. Participated of this study 18 females, separated in two groups: low back pain group (LBPG) and control group (CG). Three maximum voluntary contraction (MVC) were performed in trunk extension, and the submaximal effort was performed with 75% of MVC in a single attempt until exhaustion. EMG signal was collected at right side on internal oblique (IO), multifidus (MU) and iliocostalis lumborum (IL). EMG signal was analyzed by Root Mean Square (RMS), initial median frequency (IMF) and median frequency (MF) values. During maximal and submaximal efforts, IO activation was higher in CG. LBPG had decrease in MF values during submaximal effort for IL. The IMF value tends to be higher in LBPG for IL than CG. In conclusion, the worse spine stabilization and the glycolytic profile of back muscles may be caused an impaired endurance of IL in LBPG.

1. Introduction

Myoelectric manifestation of back muscle fatigue may identify possible neuromuscular disturbances involved to cause non-specific low back pain (Kumar and Narayan, 1998). During muscular fatigue there are changes in amplitude and frequency of electromyographic (EMG) signal, which depend of number of active motor units, their firing rates and conduction velocity (Cardozo et al., 2004; Oliveira et al., 2007; Oliveira and Gonçalves, 2009). Furthermore, several studies reported that back suffers have atrophy of back muscles and reduction of this musculature endurance (van Dieën et al., 1993; Champagne et al., 2008; Hides et al., 2008; Helmout et al., 2008; Wallwork et al., 2009). However, back muscles weak and highly fatigability in back suffers are not a consensus in literature. Holmstrom et al. (1992) and Silva et al. (2005) not found significant differences between individuals with and without low back pain during isometric trunk efforts.

Since non-specific low back pain should occur due a sum of neuromuscular disturbances, only few studies considered demands of stabilizer muscles activation and trunk muscles co-contraction during isotonic or isometric trunk efforts (Clark et al., 2005; Granata et al., 2005; McCook et al., 2009). Clark et al. (2005) indicated a contribution of gluteus maximum for accommodating additional external loading during dynamic trunk extensions. Moreover, McCook et al. (2009) showed that healthy individuals do not have a higher antagonist co-contraction during submaximal isometric flexion and extension efforts than in upright posture, being that, they just increase the transversus abdominis activation to solve the instability at spine during these tasks.

In line of this, the role of internal oblique during isometric trunk efforts and its involvement for back muscles fatigue continuous being unexplored. Internal oblique

has function to stabilize vertebral segments and pelvis, due its insertion in thoracolumbar fascia, as well as, its contraction increases the intra-abdominal pressure, which enhances spinal stiffness (O'Sullivan et al., 2002; O'Sullivan et al., 2006; Oliveira and Gonçalves, 2009).

Thus, considering high incidence of non-specific low back pain (about of 80% in occidental population) and high costs of this for healthy and social security system, several professionals, as physiotherapists, need more clear information about non-specific low back pain etiology to prescribe methods to prevent and rehabilitation this muscle-skeletal dysfunction (Gaskell et al., 2007). According to this, we had the goal to analyze the role of internal oblique activation on back muscles fatigability of back suffers and control group during isometric trunk efforts. It was hypothesized that internal oblique activation have an important role to stabilize the pelvis and spine during isometric trunk efforts, as well as, a poor lumbo-pelvic control could be related to reduce the endurance of back muscles in back suffers.

2. Methods

2.1. Subjects

Twenty one females, physically fit, were recruited from a university setting; however, three volunteers are data were discarded due technical problems. Thus, were considered in this study data from eighteen volunteers, which were separated in two groups: low back pain group (LBPG) and control group (CG), according to self-report of low back pain among a period of six months before the study (Tsao and Hodges, 2008). LBPG was composed by 8 volunteers and CG was composed by 10 volunteers.

Individuals of both groups had similar age, mass, height and level of physical activity (Table 1). Sample size was determined by a power analysis designed to detect differences in lumbar muscle activity between both groups (power 0.9, effect size of 1.6, α error of 0.05). The assumptions on which this calculation was performed were based on means and standard deviations obtained from pilot testing.

Subjects were excluded if they had any prior history of spinal and abdominal surgery also major orthopaedic, neurological or cardiorespiratory disorders. All volunteers were informed, previously, about data collect procedures and signed the consent form also the study was approved by a local Ethics Committee.

2.2. Protocol

The data collect protocol was performed in two days, with 24-72 hours between each day. At first day, volunteers were familiarized with data collect environment and answered a subject characterization form. At second day, volunteers performed three maximum isometric voluntary contraction (MVC) and a submaximal isometric voluntary contraction.

The maximal and the submaximal efforts were performed in a chair with the volunteers in upright position, with flexion of hips and knees at approximately 90°. A load cell (EMG System[®]) was positioned perpendicularly to trunk, been connected at participants, on the xifoide process height, by a harness and to chair by a cable (Figure 1).

After been positioned in the chair, volunteers performed three maximal efforts during five seconds, with a rest of three minutes between each contraction, pulling the load cell with a trunk extension. Also verbal feedback was given during

these efforts. Then, volunteers were familiarized with the submaximal effort and, after a rest of 10 minutes, it was performed in a single attempt, supporting the load of 75% of MVC in trunk extension (Kawano et al., 2008; Olson, 2010). A display, positioned in front of the volunteers, showed the pulled load and interruption of the test occurred with voluntary exhaustion or due a load change of ± 1 Kgf from the target load (Barbosa and Gonçalves, 2005).

2.3. Electromyography

EMG signal data collect was done with an electromyography of four EMG channels and two accessories channels (EMG System[®]), surface electrodes discs of Ag/AgCl (Meditrace[®]), with an active area of 1 cm^2 and an inter-electrode distance of 2 cm were used in a bipolar configuration.

The electrodes were positioned at right side on the muscles: internal oblique (IO), at 2 cm medial and inferior to the anterior superior iliac spine; iliocostalis lumborum (IL), at 6 cm lateral to the space between the spinous processes of L2-L3; and multifidus (MU), at 2 cm lateral to space between the spinous processes of L4-L5 (Marshall and Murphy, 2003; Barbosa and Gonçalves, 2005). Furthermore, a reference electrode was placed on right antero-superior iliac spine and, before placing electrodes, the skin was shaved and cleaned with alcohol (Hermens et al., 2000).

EMG signal was recorded at a sample rate of 1000 samples/s and after amplification with a total gain of 2000 times (20 times in the pre-amplifier at the electrodes and 100 times in the amplifier). Then, EMG signal was processed with band-pass filtered between 20 Hz and 500 Hz, as well as, was used a notch filter of 60 Hz.

2.4. Data analysis

EMG analysis was performed using custom-made Matlab (Mathworks 7.0) environment. EMG signal of MVC was processed over a window of 1s during the peak force period, which was obtained the Root Mean Square (RMS) values of IO, MU and IL and the traction force at the load cell (mean and standard deviation). The traction force obtained at MVC was normalized by the mass of each volunteer.

For the submaximal voluntary contraction, EMG signal analysis was done with sliding windows of 1s with an overlap of 0.5s, and then was obtained the RMS and median frequency (MF) values. For initial median frequency (IMF) calculation was used the intercept of regression line (Elfving and Dederling, 2007).

Using the PASW 18.0 package (SPSS Inc.), the values of MF were analyzed by a linear regression and for the comparisons between LBPG and CG for the values of RMS, traction force at load cell, time of load supporting during submaximal voluntary contraction and IMF was used the test t-Student for independent samples, and significance level was set at $p < 0.05$.

3. Results

During MVC and submaximal effort, CG had a higher IO activation than LBPG ($p=0.01$; and $p=0.00$), whereas the LBPG had higher activation of IL and MU in submaximal voluntary contraction ($p=0.00$ and $p=0.00$) (Table 2). The MF values of IL muscle of LBPG had a significant and negative slope of 0.2 ($p=0.00$ and $r=-0.8$) (Figure 2). The IMF values only showed a trend to be higher in LBPG than CG for IL (IO, $p=0.3$; MU, $p=0.9$; and IL, $p=0.06$) (Figure 3).

4. Discussion

Changes in muscle activation in low back pain subjects are widely reported in literature. Actually, rehabilitation programs for back suffers, generally, includes exercises to restore endurance and motor control of trunk stabilizers muscles as internal oblique and multifidus (Kiesel et al., 2008; Escamilla et al., 2010). In line of this, it is important understand and clarify possible neuromuscular disturbances involved to cause non-specific low back pain.

Results of this study showed that CG had higher internal oblique activation during MVC and submaximal voluntary contraction. Moreover, only LBPG had decrease in MF values during submaximal effort for IL, which must be related with muscular fatigue (Oliveira and Gonçalves, 2009). These agree with the proposal that back suffers have lower internal oblique activation, which could causes spine instability and could be related with back muscles fatigability.

4.1. Activation of trunk muscles

EMG signal analysis in time domain is used to verify the level of motor units recruited during a motor task (De Luca, 1997). In our study, was possible to identify that CG showed higher IO recruitment during maximal and submaximal effort. This muscle has the function to stabilize vertebral segments and sacroiliac joint (O'Sullivan et al., 2006; Snidjers et al., 2006). In line of this, CG, possibly, used a higher IO activation to stabilize the spine and pelvis during isometric trunk extension. This result is consistent with McCook et al. (2009), which found that healthy individuals increased

transversus abdominis activity to stabilize the spine during isometric flexion and extension.

LBPG had higher activation of MU and IL during submaximal voluntary contraction. This data could be revealing a muscular weakness because LBPG needed to recruit more motor units than CG to maintain the same relative level of load (De Luca, 1997). However, traction of force at load cell, during MVC, was not different between the groups, as also was found in studies of Holmstrom et al. (1992) and Silva et al. (2005). It could be due the fact of force generated during MVC, represents a summation of several muscles torque and it could limit the specificity of this test (Gonçalves and Barbosa, 2006). Anyway, the duration of the test should be another factor to find differences in muscular activation between LBPG and CG, because the higher activation of MU and IL for LBPG was only found in submaximal effort, which was longer than maximal efforts.

4.3. Back muscles fatigability

EMG signal analysis in frequency domain showed that was a decrease at MF values of IL for LBPG during submaximal voluntary contraction (Danneels et al., 2001; Dankaerts et al., 2004; Kramer et al., 2005; Kankaanpää, 1998). This decrease of MF values could be explained due the accumulation of catabolites (lactic acide, H^+ ions in sarcolemma and increase of K^+ concentration) in muscular fiber, which triggers changes in velocity of propagation of action potential (Masuda et al., 1999; Sung et al., 2003). LBPG, in opposite of CG, had fatigue in IL, which is reported in several studies (Roy et al., 1995; Greenough et al., 1998; Kankaanpää, 1998). The low endurance of back

muscles in low back pain patients is, generally, assigned with muscular disuse, which generates atrophy (MacDonald, Moseley, Hodges, 2006; Kawano et al., 2008).

In the present study, was identified a trend of LBPG has higher values of IMF for IL (Candotti et al., 2008; Heydari et al., 2010). This difference in IMF values between back suffers and healthy individuals should be related with two changes in muscular fibers composition, once previous studies indicated that type I fibers are able to discharge at longer inter-spike-intervals (ISI), whereas, type II fibers have a shorter ISI, which causes higher values of IMF (Mooney et al., 1997; Candotti et al., 2008; Heydari et al., 2010). So, back suffers must has glycolytic profile of back muscles, which cause higher fatigability (Lorenzo et al., 2001).

4.4. Study Limitations

The data collect protocol had been the same for both groups, the CG did not showed EMG fatigue index during submaximal effort. The absence of fatigue in CG group, together with a non-difference in load time support between LBPG and CG, could revealed that the performance in submaximal effort was influenced for discomfort caused by the test position and load supporting. EMG variables were found to be a significant low back pain prognostic indicator, but is important consider other associated factors such as distress, genetic and biomedical.

5. Conclusion

This study shows that, for stabilize the pelvis and spine, healthy individuals increase internal oblique activation. So, we supposed that back suffers should had a

highly fatigability of iliocostalis lumborum due the glycolytic profile of back muscles and because has a worse spine stability.

References

Barbosa FSS, Gonçalves M. Comparison between exhaustion and 30-second protocols utilized in evaluating electromyographic fatigue of the erector spinae muscles. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2005;9(1):77-83.

Candotti CT, Loss JF, Pressi AMF, Castro FAS, La Torre M, Melo MO, Araújo LD, Pasini M. Electromyography for Assessment of Pain in Low Back Muscles. *Physical Therapy* 2008;106:1-7.

Candotti CT, Loss JF, Bagatini D, Soares DP, Rocha EK, Oliveira AR, Guimarães ACS. Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:915-21.

Cardozo AC, Gonçalves M, Gauglitz ACF. Spectral analysis of the electromyography of the erector spinae muscle before and after a dynamic manual load-lifting test. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2004;37:1081-85.

Champagne A, Descarreaux M, Lafond D. Back and hip extensor muscle fatigue in health subjects: task dependency of two variants of Sorensen test. *European Spine Journal* 2008;17:1721-6.

Cholewicki J, Panjabi MM, Khachatryan A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* 1997;22:2207-12.

Clark BC, Manini TM, Mayer JM, Lori LP, Graves JE. Electromyographic Activity of the Lumbar and Hip Extensors During Dynamic Trunk Extension Exercise. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 2002;83:1547-52.

Danneels LA, Cagnie BJ, Cools AM, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Cuyper HJ. Intraoperator and inter-operator reliability of surface electromyography in the clinical evaluation of back muscles. *Manual Therapy* 2001;6:145-53.

Dankaerts W, O'Sullivan PB, Burnett AF, Straker LM, Daneels LA. Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2004;14:333-42.

De Luca CJ. The use of electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics* 1997;13:135-63.

Escamilla RF, Lewis C, Bella D, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, Pecson A, Imamura R, Paulos L, Andrews JR. Core muscle activation during swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal Ortophaedic Sports Physical Therapy* 2010;40:265-76.

Elfving B, Dederig A°. Task dependency in back muscle fatigue – Correlations between two test methods. *Clinical Biomechanics* 2007;22:28-33.

Gaskell L, Enright S, Tyson S. The effects of a back rehabilitation programme for patients with chronic low back pain. *Journal of Evaluation and Clinical Practice* 2007;13:795-800.

Gonçalves M, Barbosa F. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2007;11(2):102-14.

Granata KP, Lee PE, Franklin TC. Co-contraction recruitment and spinal load during isometric trunk flexion and extension. *Clinical Biomechanics* 2005;20:1029-37.

Granata KP, Marras WS. Cost benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine* 2000;25:1398-404.

Greenough CG, Oliver CW, Jones AP. Assessment of spinal musculature using surface electromyographic spectral color mapping. *Spine* 1998;23(16):1768-74.

Helmout PH, Harts CC, Vietchbauer W, Staal B, Bie RA. Health-related fitness in the Royal Netherlands Army. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2008; 89:1675-85.

Hermens JH, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2000;10:361-74 .

Heydari A, Nargol AVF , Jones APC, Humphrey AR, Greenough CG. EMG Analysis of lumbar paraspinal muscles as a predict of the risk of low back pain. *European Spine Journal* 2010 *impress*.

Hides J, Gilmore C, Stanton W, Bohlscheid E. Multifides size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Manual Therapy* 2008;13:43-9.

Holmstrom E, Moritz U, Andersson M. Trunk muscle strength and back muscle endurance in construction workers with and without low back disorders. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1992;24:3-10.

Kiesel KB, Uhl T, Underwood FB, Nitz AJ. Rehabilitative ultrasound measurement of select trunk muscle activation during induced pain. *Manual Therapy* 2008;13:132-8.

Jr. Silva RA, Arsenault AB, Gravel D, Larivière C, Jr Oliveira E. Back Muscle Strength and Fatigue in Healthy and Chronic Low Back Pain Subjects: A Comparative Study of 3 Assessment Protocols. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005;86:722-9.

Kankaanpää M, Taimela S, Laaksonen D, Hänninen O, Airaskinen O. Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1998;79:412-7.

Kankaanpää M, Taimela S, Laaksonen D, Hiinninen O, Airaksinen O. Back and hip extensor fatigability in Chronic Low Back Pain Patients and Controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1998;79:412-7.

Kawano MM, Souza RB, Oliveira BIR, Menacho MO, Cardoso APRG, Nakamura FY, Cardoso JR. Comparação da fadiga eletromiográfica dos músculos paravertebrais e da cinemática angular da coluna entre indivíduos com e sem dor lombar. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2008;14(3):209-14.

Kramer M, Ebert V, Kinzl L, Dehner C, Elbel M, Hartwig E. Surface electromyography of the paravertebral muscles in patients with chronic low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005;86:31-6.

Kumar S, Narayan Y. Spectral parameters of trunk muscles during fatiguing isometric axial rotation in neutral posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 1998;8:257-67.

Lorenzo K, Mannion A, Rhyner A, Weber E, Dvorak J, Mùntener M. Active therapy for chronic low back pain: part 2. Effects on paraspinal muscle cross-sectional area, fiber type size, and distribution. *Spine* 2001;26:909-19.

MacDonald DA, Moseley GL, Hodges PW. The lumbar multifidus: Does the evidence support clinical beliefs? *Manual Therapy* 2006;11:254-63.

Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2003;13:477-89.

Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 1999;9:39-46.

McCook DT, Vicenzino B, Hodges PW. Activity of deep abdominal muscles increases during submaximal flexion and extension efforts but antagonist co-contraction remains unchanged. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:754-62.

Mooney V, Gulick J, Perlman M, Levy D, Pozos R, Leggett S, Resnick D. Relationships between myoelectric activity, strength, and MRI of lumbar extensor muscles in back pain patients and normal subjects. *Journal of Spinal Disorders* 1997;10(4):348-56.

Oliveira ASC, Gonçalves M. EMG amplitude and frequency parameters of muscular activity: Effect of resistance training based on electromyographic fatigue threshold. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:295-303.

Oliveira ASC, Gonçalves M. Lumbar muscles recruitment during resistance exercise for upper limbs. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:737-45.

Oliveira ASC, Cardozo AC, Barbosa FSS, Gonçalves M. Electromyographic fatigue threshold of the biceps brachii: the effect of endurance time. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 2007;47:37-42.

Olson MW. Trunk muscle activation during sub-maximal extension efforts. *Manual Therapy* 2010;15:105-110.

O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möller NE, Richards KV. The effects of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain free population. *Spine* 2002;27:1238-44.

O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF, Farrel GT, Jefford E, Naylor CS, et al. Effect of different upright postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain free population. *Spine* 2006;31:E707-12.

- Roy SH, De Luca CJ, Emley M, Buijs RJ. Spectral electromyographic assessment of back muscles in patients with low back pain undergoing rehabilitation. *Spine* 1995;20(1):38-48.
- Schmitz A, Silder A, Heiderscheit B, Mahoney J, Thelen DG. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:1085-91.
- Silfies SP, Squillante D, Maurer P, Westcott S, Karduna AR. Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. *Clinical Biomechanics* 2005;20:465-73.
- Snijders CJ, Hermans PF, Kleinrensink GJ. Functional aspects of cross-legged sitting with special attention to piriformis muscles and sacroiliac joints. *Clinical Biomechanics* 2006;21(2):116-21.
- Sung PS. Multifidi muscles median frequency before and after spinal stabilization exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003;84:1313-8.
- Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008;18(4):559-67.
- Wallwork TL, Stanton WR, Freke M, Hide JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. *Manual Therapy* 2009;14:496-500.
- van Dieen JH, Kigima I, van der Bug JCE. Evidence for a role of antagonistic cocontraction in controlling trunk stiffness during lifting. *Journal of Biomechanics* 2003;36:1829-36.

van Dieën JH, Oude Vrielink HHE, Housheer AF, Lötters FBJ, Toussaint HM. Trunk extensor endurance and its relationship to electromyogram parameters. *European Journal of Applied Physiology* 1993;66:388-96.

Tables

Table 1

Average and standard deviation of age, mass, height and level of physical activity of low back group and control group.

	Low Back Pain Group (n=8)	Control Group (n=10)
Age (years)	19.5 (1.1)	20.8 (2.4)
Mass (Kg)	59.6 (7.1)	61.2 (8.4)
Height (m)	1.65 (0.05)	1.64 (0.06)
Body mass index	22 (3.4)	22.6 (4.1)
Level of physical activity (days/week)	3.6 (1.5)	3.7 (1.3)

Table 2

Average and standard deviation values of traction force, endurance time, and internal oblique, multifidus and iliocostalis lumborum activation during maximum isometric voluntary contraction (MVC) and submaximal isometric voluntary contraction (Submax).

	MVC		p	Submax		p
	Low Back Pain Group (n=8)	Control Group (n=10)		Low Back Pain Group (n=8)	Control Group (n=10)	
Traction force (% body mass)	31.3±9.2	29.6±8.4	0.6	-	-	-
Endurance Time (min)	-	-	-	12.3±9.2	11.9±8.6	0.9
Internal Oblique activation (uV)	16.3±9.8	56.5±34.9	0.01 ^a	5.83±0.2	14.63±1.5	0.00 ^a
Multifidus activation (uV)	31.6±16.1	30.7±11.7	0.8	22.3±0.6	11.2±1.5	0.00 ^a
Iliocostalis Lumborum activation (uV)	30.6±23.4	30.8±19.1	0.9	22.37±1.6	9.7±0.5	0.00 ^a

^a Significant difference ($\alpha < 0.05$) between control group and low back pain group.

Figures

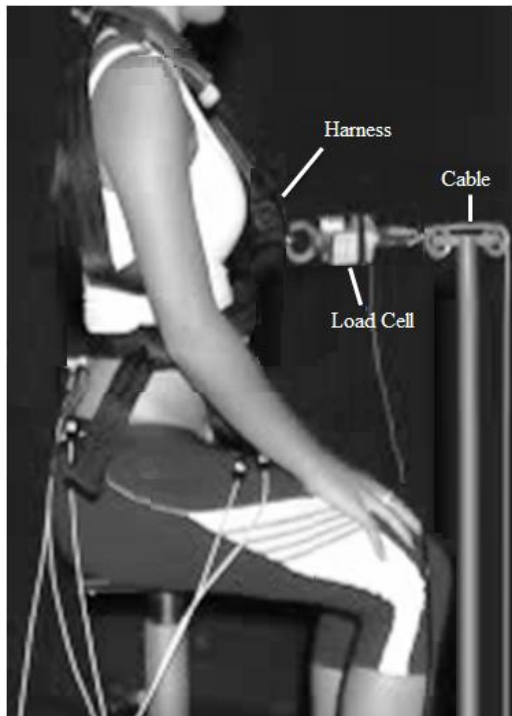


Figure 1. Equipments and position during the maximal and submaximal efforts.

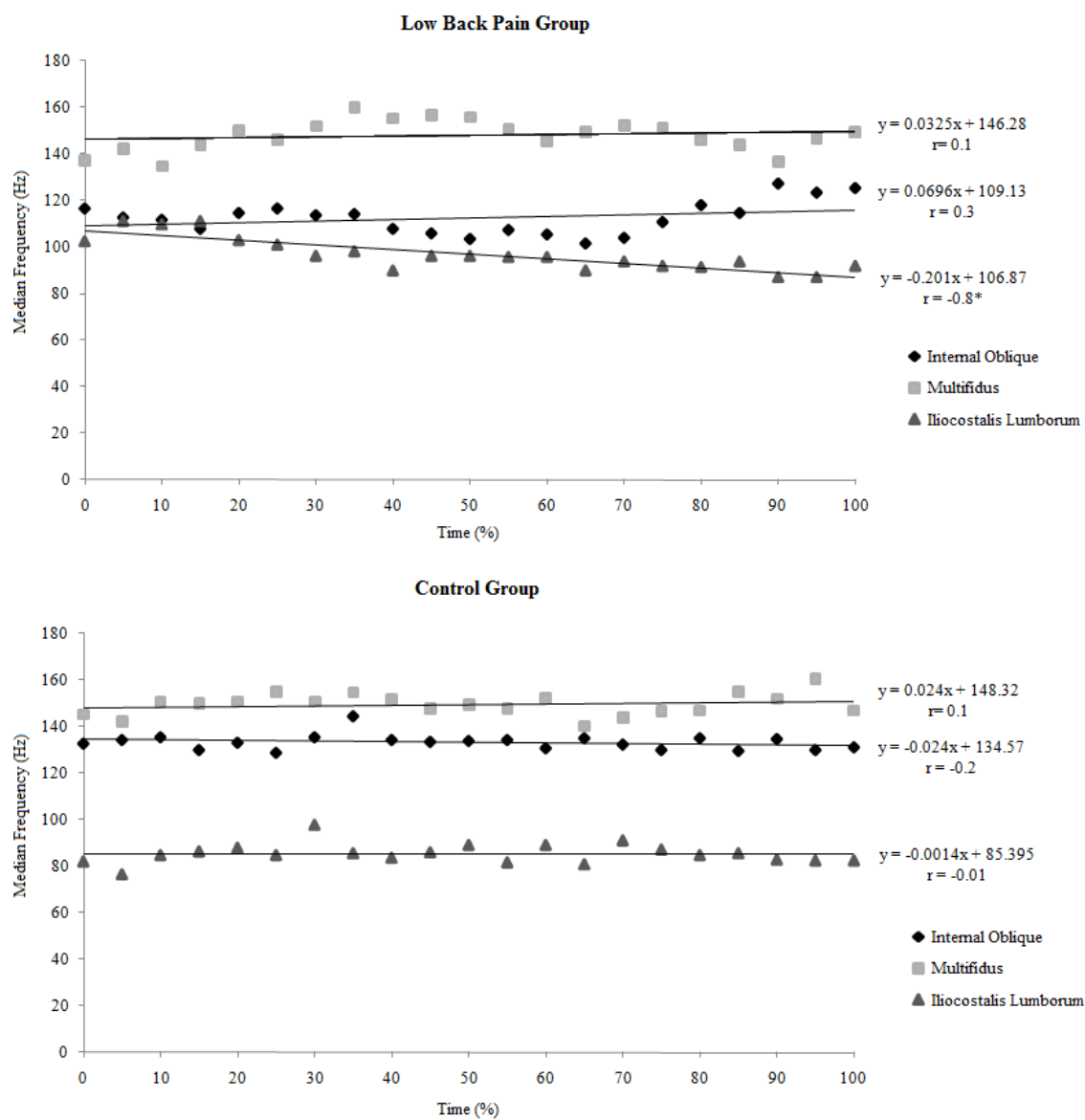


Figure 2. Values of median frequency (Hz) of trunk muscles of low back and control groups. * $p < 0.05$.

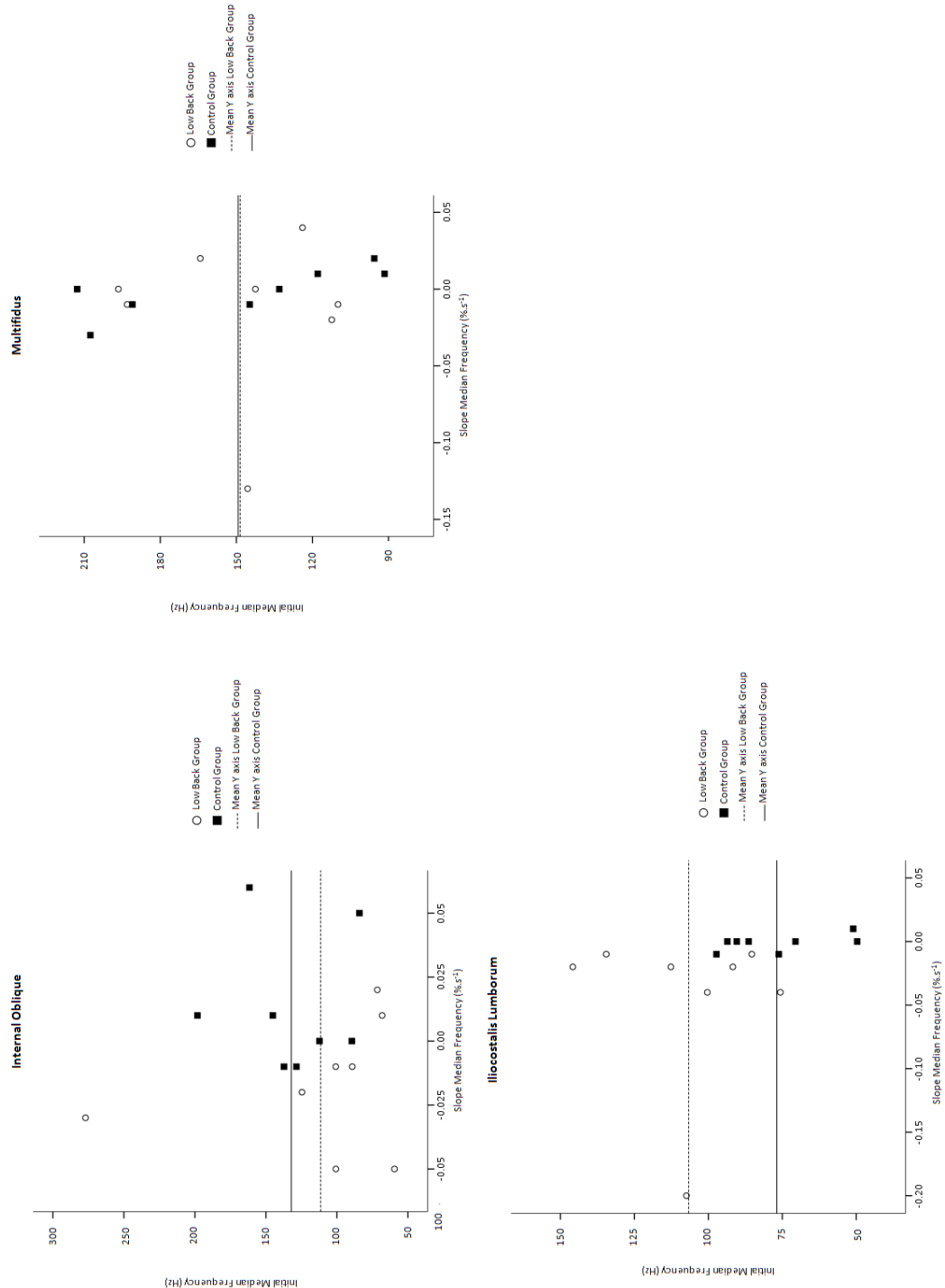


Figure 3. Initial median frequency (Hz) and slope of median frequency (%s⁻¹) of trunk muscles of individuals of low back group and control group.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERS, C.; WENZEL, B.; SCHOLLE, H.C. Cyclic upper body perturbations caused by a flexible pole: influence of oscillation frequency and direction on trunk muscle co-ordination, **Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 20, p. 167-175, 2007.

BARBOSA, F.S.S.; GONÇALVES, M. A proposta biomecânica para a avaliação de sobrecarga na coluna lombar: efeito de diferentes variáveis demográficas na fadiga muscular. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 132-137, 2007.

BRYAN, M.; HAWSON, S. The benefits of Pilates in orthopaedic rehabilitation. **Techniques in Orthopaedics**, v. 18, n. 1, 2003.

CHOLEWICKI, J.; JULURU, K.; MCGILL, S.M. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. **Journal of Biomechanics**, v. 32, p. 13-17, 1999.

CHOLEWICKI, J.; PANJABI, M.M.; KHATCHATRYAN, A. Stabilizing function of trunk flexor/extensor muscles around a neutral spine posture. **Spine**, v.22, p. 2207-2212, 1997.

CHOLEWICKI, J.; SILFIES, S.P.; SHAH, R.A.; GREENE, H.S.; REEVES, N.P.; ALVI, K.; GOLDBERG, B. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. **Spine**, v. 30, p. 2614-2620, 2005.

FRANCA, F.J.R.; BURKE, T.N.; CLARET, D.C.; MARQUES, A.P. Estabilização segmentar da coluna lombar nas lombalgias: uma revisão bibliográfica e um programa de exercícios. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 15, n. 2, pp. 200-206, 2008.

GASKELL, L.; ENRIGHT, S.; TYSON, S. The effects of a back rehabilitation programme for patients with chronic low back pain. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, v. 13, p. 795-800, 2007.

GLADWEL, V.; HEAD, S.; HAGGAR, M.; BENEKE, R. Does a program of Pilates improve a chronic non-specific low back pain?. **Journal of Sports Rehabilitation**, v. 15, p. 338-350, 2006.

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**, v. 21, p. 2640-2650, 1996.

KAKAANPAA, M.; TAIMELA, S.; AIRAKSINEN, O.; HÄNNINEN, O. The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain: effects of pain intensity, self-experienced disability, and lumbar fatigability. **Spine**, v. 24, n. 10, p. 1034-1042, 1999.

MOORHOUSE, K.M.; GRANATA, K. Role of reflex dynamics in spinal stability: intrinsic muscle stiffness alone is insufficient for stability. **Journal of Biomechanics**, v. 40, p. 1058-1065, 2007.

NEWCOMER, K.L.; JACOBSON, T.D.; GABRIEL, D.A.; LARSON, D.R.; BREY, R.H.; AN, K.N. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, p. 816-821, 2002.

O'SULLIVAN, P.; TWOMEY, L.; ALLISON, G. Evaluation of specific stabilising exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. **Spine**, v. 22, p. 2959-2967, 1997.

PANJABI, MM. The stabilizing system of the spine. Part 1. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. **Journal of Spinal Disorders**, v. 5, n. 4, p. 383-389, 1992a.

PANJABI, MM. The stabilizing system of the spine. Part 2. neutral zone and instability hypothesis. **Journal of Spinal Disorders**, v. 5, n. 4, p. 390-396, 1992b.

RADEBOLD, A.; CHOLEWICKI, J.; PANJABI, M.M.; PATEL, T.C. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. **Spine**, v. 25, p. 947-954, 2000.

VAN DIEËN, J.H.; CHOLEWICKI, J.; RADEBOLD, A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back enhance the stability of lumbar spine. **Spine**, v. 28, n. 8, p. 834-841, 2003.

Anexo 1 - Normas para publicação no periódico Revista Brasileira de Medicina do Esporte (ISSN: 1517-8692)

Escopo e Política

A Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME) é o órgão oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte (SBME), com publicação bimestral. A missão da RBME é disseminar a produção científica nas áreas de ciências do exercício e do esporte, através da publicação de resultados de pesquisas originais e de outras formas de documentos que contribuam para o conhecimento fundamental e aplicado em atividade física, exercício e esporte no âmbito das ciências biológicas e da medicina.

Serão considerados para publicação artigos originais, artigos de opinião, artigos de revisão, relatos de experiência, relatos de casos ou cartas ao editor, sobre assuntos relacionados com as áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. Ser membro da SBME não representa um pré-requisito para publicação na RBME, nem influencia a decisão do Conselho Editorial. Serão aceitos artigos escritos na língua portuguesa e, a critério do Conselho Editorial, autores e grupos estrangeiros poderão publicar artigos escritos em inglês. Todos os artigos serão publicados na íntegra, sendo responsabilidade da RBME a produção das versões estrangeiras.

A RBME adota as regras de preparação de manuscritos da Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann Intern Med 1997;126:36-47), cuja última atualização, realizada em 2010, está disponível na internet (<http://www.icmje.org>).

DUPLA SUBMISSÃO

Os artigos submetidos à RBME serão considerados para publicação somente com a condição de que não tenham sido publicados ou não estejam em processo de avaliação para publicação em outro periódico, seja na sua versão integral ou em parte. A RBME não considerará para publicação artigos cujos dados tenham sido disponibilizados na internet para acesso público. Se houver no artigo submetido algum material em figuras ou tabelas já publicado em outro

local, a submissão do artigo deverá ser acompanhada de cópia do material original e da permissão por escrito para reprodução do material.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores deverão explicitar, através de formulário próprio (Divulgação de potencial conflito de interesses), qualquer potencial conflito de interesse relacionado ao artigo submetido, conforme determinação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC 102/ 2000) e do Conselho Federal de Medicina (Resolução nº 1.595/2000). Esta exigência visa informar os editores, revisores e leitores sobre relações profissionais e/ou financeiras (como patrocínios e participação societária) com agentes financeiros relacionados aos produtos farmacêuticos ou equipamentos envolvidos no trabalho, os quais podem teoricamente influenciar as interpretações e conclusões do mesmo. A existência ou não de conflito de interesse declarado estarão ao final de todos os artigos publicados.

BIOÉTICA DE EXPERIMENTOS COM SERES HUMANOS

A realização de experimentos envolvendo seres humanos deve seguir a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) disponível na internet (<http://conselho.saude.gov.br/docs/Resolucoes/Reso196de96.doc>), incluindo a assinatura de um termo de consentimento informado e a proteção da privacidade dos voluntários.

BIOÉTICA DE EXPERIMENTOS COM ANIMAIS

A realização de experimentos envolvendo animais deve seguir resoluções específicas (Lei nº 6.638, de 8 de maio de 1979; e Decreto nº 24.645 de 10 de julho de 1934).

ENSAIOS CLÍNICOS

Os artigos contendo resultados de ensaios clínicos deverão disponibilizar todas as informações necessárias à sua adequada avaliação, conforme previamente estabelecido. Os autores deverão referir-se ao "CONSORT" (www.consort-statement.org).

REVISÃO PELOS PARES

Todos os artigos submetidos serão avaliados, por revisores com experiência e competência profissional na respectiva área do trabalho e que emitirão parecer fundamentado, os quais serão utilizados pelos Editores para decidir sobre a aceitação do mesmo. Os critérios de avaliação dos artigos incluem: originalidade, contribuição para corpo de conhecimento da área, adequação metodológica, clareza e atualidade. Considerando o crescente número de submissões à RBME, artigos serão também avaliados quanto à sua relevância no que tange à contribuição para o conhecimento específico na área. Assim, artigos com adequação metodológica e resultados condizentes poderão não ser aceitos para publicação quando julgados como de baixa relevância pelos Editores. Tal decisão de recusa não estará sujeita a recurso ou contestação por parte dos autores. Os artigos aceitos para publicação poderão sofrer revisões editoriais para facilitar sua clareza e entendimento sem alterar seu conteúdo.

CORREÇÃO DE PROVAS GRÁFICAS

Logo que prontas, as provas gráficas (layout) em formato eletrônico serão enviadas, por e-mail, para o autor responsável pelo artigo. Os autores deverão devolver, também por e-mail, a prova gráfica (layout) com as devidas correções em, no máximo, 48 horas após o seu recebimento. O envio e o retorno das provas gráficas por correio eletrônico visa agilizar o processo de revisão e posterior publicação das mesmas.

DIREITOS AUTORAIS

Todas as declarações publicadas nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores. Entretanto, todo material publicado torna-se propriedade da SBME, que passa a reservar os direitos autorais. Portanto, nenhum material publicado na RBME poderá ser reproduzido sem a permissão por escrito da SBME. Todos os autores de artigos submetidos à RBME deverão assinar um Termo de Transferência de Direitos Autorais (a seguir), que entrará em vigor a partir da data de aceite do trabalho. O autor responsável pelo artigo receberá, sem custos, a separata eletrônica da publicação (em formato PDF).

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Revista Brasileira de Medicina do Esporte – SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO EXERCÍCIO E DO ESPORTE – Avenida Brigadeiro Luis Antônio, 278 – 6º andar – 01318-901 – São Paulo, SP – Tel./fax: (11) 3106 7544 / Fax: (11) 3106 8611 – E-mail: sbme@medicinadoesporte.org.br

Forma e preparação de manuscritos

O artigo submetido deve ser digitado em espaço duplo, fonte arial 12, papel tamanho A4 ou ofício, com margens de 2,5cm, sem numerar linhas ou parágrafos, e numerando as páginas no canto superior direito. Gráficos e tabelas devem ser apresentados no final do artigo em páginas separadas, assim como as legendas das figuras. As figuras devem ser incluídas em arquivos individuais. No corpo do texto deve-se informar os locais para inserção dos gráficos, tabelas ou figuras. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as instruções a seguir em relação ao estilo e formato serão devolvidos sem revisão pelo Conselho Editorial.

FORMATO DOS ARQUIVOS

- Para o texto, usar editor de texto do tipo Microsoft Word para Windows ou equivalente
- Não enviar arquivos em formato PDF • As figuras deverão estar nos formatos jpg ou tif. Deverão estar incluídas no arquivo Word, mas também devem ser enviadas separadamente (anexadas durante a submissão do artigo como documento suplementar).

ARTIGO ORIGINAL

Um artigo original deve conter no máximo 30 (trinta) referências e 20 (vinte) páginas incluindo referências, figuras e tabelas, e ser estruturado com os seguintes itens, cada um começando por uma página diferente:

Página título: deve conter (1) o título do artigo, que deve ser objetivo, mas informativo; (2) nomes completos dos autores; áreas de formação dos autores; instituição(ões) de origem, com cidade, estado e país, se fora do Brasil; (3) nome do autor correspondente, com endereço completo e e-mail. A titulação dos autores não deve ser incluída.

Resumo: deve conter (1) o resumo em português, com não mais do que 300 palavras, estruturado de forma a conter: introdução e objetivo, métodos, resultados e conclusão; (2) três a cinco palavras-chave, que não constem no título do artigo. Usar obrigatoriamente termos do Medical Subject Headings, do Index Medicus (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>); (3) o resumo em inglês (abstract), representando a versão do resumo para a língua inglesa; (4) três a cinco palavras-chave em inglês (keywords).

Introdução: deve conter (1) justificativa objetiva para o estudo, com referências pertinentes ao assunto, sem realizar uma revisão extensa; (2) objetivo do artigo.

Métodos: deve conter (1) descrição clara da amostra utilizada; (2) termo de consentimento para estudos experimentais envolvendo humanos; (3) identificação dos métodos, aparelhos (fabricantes e endereço entre parênteses) e procedimentos utilizados de modo suficientemente detalhado, de forma a permitir a reprodução dos resultados pelos leitores; (4) descrição breve e

referências de métodos publicados, mas não amplamente conhecidos; (5) descrição de métodos novos ou modificados; (6) quando pertinente, incluir a análise estatística utilizada, bem como os programas utilizados. No texto, números menores que 10 são escritos por extenso, enquanto que números de 10 em diante são expressos em algarismos arábicos.

Resultados: deve conter (1) apresentação dos resultados em sequência lógica, em forma de texto, tabelas e ilustrações; evitar repetição excessiva de dados em tabelas ou ilustrações e no texto; (2) enfatizar somente observações importantes.

Discussão: deve conter (1) ênfase nos aspectos originais e importantes do estudo, evitando repetir em detalhes dados já apresentados na Introdução e nos Resultados; (2) relevância e limitações dos achados, confrontando com os dados da literatura, incluindo implicações para futuros estudos; (3) ligação das conclusões com os objetivos do estudo; (4) conclusões que podem ser tiradas a partir do estudo; recomendações podem ser incluídas, quando relevantes.

Agradecimentos: deve conter (1) contribuições que justificam agradecimentos, mas não autoria; (2) fontes de financiamento e apoio de uma forma geral.

Referências: as referências bibliográficas devem ser numeradas na sequência em que aparecem no texto, em formato sobrescrito entre parênteses. As referências citadas somente em legendas de tabelas ou figuras devem ser numeradas de acordo com uma sequência estabelecida pela primeira menção da tabela ou da figura no texto.

O estilo das referências bibliográficas deve seguir as regras do Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Intern Med* 1997;126:36-47; <http://www.icmje.org>). Alguns exemplos mais comuns são mostrados abaixo. Para os casos não mostrados aqui, consultar a referência acima. Os títulos dos periódicos devem ser abreviados de acordo com o Index Medicus (List of Journals Indexed: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>). Se o periódico não constar dessa lista, deve-se utilizar a abreviatura sugerida pelo próprio periódico. Deve-se evitar utilizar "comunicações pessoais" ou "observações não publicadas" como referências. Um resumo apresentado deve ser utilizado somente se for a única fonte de informação.

Exemplos:

- 1) Artigo padrão em periódico (deve-se listar todos os autores; se o número ultrapassar seis, colocar os seis primeiros, seguidos por et al): You CH, Lee KY, Chey RY, Mrnguy R. Electrocardiographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980;79:311-4. Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. *Lancet* 1989;1:352-5.
- 2) Autor institucional: The Royal Marsden Hospital Bone-Marrow Transplantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-hepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977;2:742-4.
- 3) Livro com autor(es) responsáveis por todo o conteúdo: Colson JH, Armour WJ. *Sports injuries and their treatment*. 2 nd rev. ed. London: S. Paul, 1986.
- 4) Livro com editor(es) como autor(es): Diener HC, Wilkinson M, editors. *Drug-induced headache*. New York: Springer-Verlag, 1988.
- 5) Capítulo de livro: Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. *Pathologic physiology: mechanisms of disease*. Philadelphia: Saunders, 1974;457-72.

TABELAS

As tabelas devem ser elaboradas em espaço 1,5, devendo ser planejadas para ter como largura uma (8,7cm) ou duas colunas (18cm). Cada tabela deve possuir um título sucinto; itens explicativos devem estar ao pé da tabela. A tabela deve conter médias e medidas de dispersão (DP, EPM etc.), não devendo conter casas decimais irrelevantes. As abreviaturas devem estar de acordo com as utilizadas no texto e nas figuras. Os códigos de identificação de itens da tabela devem estar listados na ordem de surgimento no sentido horizontal e devem ser identificados pelos símbolos padrão.

FIGURAS

Serão aceitas fotos ou figuras em preto-e-branco. Figuras coloridas poderão ser publicadas quando forem essenciais para o conteúdo científico do artigo.

Nestes casos, os custos serão arcados pelos autores. Para detalhes sobre ilustrações coloridas, solicitamos contactar diretamente a Atha Editora (atharbme@uol.com.br). Figuras coloridas poderão ser incluídas na versão eletrônica do artigo sem custo adicional para os autores. Os desenhos das figuras devem ser consistentes e tão simples quanto possível. Não utilizar tons de cinza. Todas as linhas devem ser sólidas. Para gráficos de barra, por exemplo, utilizar barras brancas, pretas, com linhas diagonais nas duas direções, linhas em xadrez, linhas horizontais e verticais. A RBME desestimula fortemente o envio de fotografias de equipamentos e animais. As figuras devem ser impressas com bom contraste e largura de uma coluna (8,7cm) no total. Utilizar fontes de no mínimo 10 pontos para letras, números e símbolos, com espaçamento e alinhamento adequados. Quando a figura representar uma radiografia ou fotografia sugerimos incluir a escala de tamanho quando pertinente.

ARTIGOS DE REVISÃO

Os artigos de revisão são habitualmente encomendados pelo Editor a autores com experiência comprovada na área. Artigos de revisão deverão abordar temas específicos com o objetivo de atualizar os menos familiarizados com assuntos, tópicos ou questões específicas nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. O Conselho Editorial avaliará a qualidade do artigo, a relevância do tema escolhido e o comprovado destaque dos autores na área específica abordada. A inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem que o mesmo seja enviado para o processo de revisão pelos pares. O artigo de revisão deve ter, no máximo, 30 (trinta) páginas e 100 (cem) referências.

REVISÃO SISTEMÁTICA

A RBME encoraja os autores a submeterem artigos de revisão sistemática da literatura nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. O Conselho Editorial avaliará a qualidade do artigo, a relevância do tema escolhido, o procedimento de busca e os critérios para inclusão dos artigos. A

inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem que o mesmo seja enviado para o processo de revisão pelos pares. O artigo de revisão sistemática deve ter, no máximo, 30 (trinta) páginas e 100 (cem) referências.

META-ANÁLISE

A RBME encoraja os autores a submeterem artigos de análise meta-analítica nas áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. O Conselho Editorial avaliará a qualidade do artigo, a relevância do tema escolhido, o procedimento de busca de artigos, os critérios para inclusão dos artigos e o tratamento estatístico utilizado. A inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem que o mesmo seja enviado para o processo de revisão pelos pares. O artigo de meta-análise deve ter, no máximo, 30 (trinta) páginas e 100 (cem) referências.

ARTIGOS DE OPINIÃO

Serão encomendados pelo Conselho Editorial a indivíduos de notório saber nas áreas de Medicina do Exercício e do Esporte e das Ciências do Esporte, que emitirão sua opinião pessoal sobre assuntos de particular interesse. O artigo de opinião deve ter, no máximo, 20 (vinte) páginas e 20 (vinte) referências.

RELATOS DE EXPERIÊNCIA

A RBME estimula profissionais que possuam uma experiência relevante em algum aspecto especial, original ou inovador em Medicina do Exercício e do Esporte ou das Ciências do Esporte a partilhá-la, sob a forma de um Relato de Experiência. A inadequação de qualquer um dos itens acima acarretará na recusa do artigo pelos editores, sem que o mesmo seja enviado para o processo de revisão pelos pares. O relato de experiência deve ter, no máximo, 15 (quinze) páginas e 15 (quinze) referências.

RELATO DE CASO

A RBME pode aceitar artigos de relato de caso, descrevendo casos clínicos específicos que tragam informações relevantes e ilustrativas sobre diagnóstico ou tratamento de um caso particular que seja raro na Medicina do Exercício e do Esporte. Os artigos devem ser objetivos e precisos, contendo os seguintes itens: 1) Um Resumo e um Abstract contendo as implicações clínicas; 2) Uma Introdução com comentários sobre o problema clínico que será abordado, utilizando o caso como exemplo. É importante documentar a concordância do paciente em utilizar os seus dados clínicos; 3) Um Relato objetivo contendo a história, o exame físico e os achados de exames complementares, bem como o tratamento e o acompanhamento; 4) Uma Discussão explicando em detalhes as implicações clínicas do caso em questão, e confrontando com dados da literatura, incluindo casos semelhantes relatados na literatura; 5) Referências bibliográficas. O relato de caso deve ter, no máximo, 20 (vinte) páginas e 30 (trinta) referências.

CARTA AO EDITOR

Cartas endereçadas ao Editor-Chefe da RBME serão consideradas para publicação se promoverem discussão intelectual sobre um determinado artigo recentemente publicado. As cartas devem conter um título informativo e seguir as instruções acima para publicação. As cartas devem ter não mais do que 500 palavras. Se aceita, uma cópia será enviada ao autor do artigo original que suscitou a discussão, com um convite para submeter uma réplica que será publicada junto com a carta.

LIVROS PARA REVISÃO

A RBME estimula as editoras a submeterem livros para apreciação pelo Conselho Editorial. Devem ser enviadas duas cópias do livro ao Editor-Chefe (vide o endereço acima), as quais não serão devolvidas. O envio dos livros não garante a sua apreciação. Contudo, os livros recebidos e não apreciados serão listados no último número de cada ano da Revista. Os livros selecionados para

apreciação serão encaminhados para revisores com experiência e competência profissional na respectiva área do livro, cujos pareceres deverão ser emitidos em até três meses e poderão ser adaptados pelos Editores da Revista, sem qualquer interferência das editoras dos livros apreciados. O resultado da apreciação será publicado na Revista juntamente com as informações editoriais do livro.

Envio de manuscritos

Todos os artigos deverão ser submetidos diretamente no site <http://submission.scielo.br/index.php/rbme>. Na submissão eletrônica do artigo, os autores deverão anexar como Documento Suplementar:

Termo de Divulgação de Potencial Conflito de Interesses

Termo de Transferência de Direitos Autorais (a seguir) Não serão aceitas submissões por e-mail, correios ou quaisquer outras vias que não a submissão eletrônica no site supramencionado.

Anexo 2 - Normas para publicação no periódico Journal of Bodywork and Movements Therapies (ISSN: 1360-8592)

Guide for Authors

Official journal of:

- The Association of Neuromuscular Therapists
- The Australian Pilates Method Association
- The National Association of Myofascial Trigger Point Therapists, USA
- The Pilates Foundation (UK)
- Hands On Seminars, USA

Officially recognised and supported by:

The American Massage Therapy Association • The Associated Bodywork and Massage Professionals • The British Orthopaedic Association • The Institute of Sport and Remedial massage • The International Society of Clinical Rehabilitation Specialists • The New Zealand Manipulative Physiotherapists Association • The Organisation of Chartered Physiotherapists in Private Practice • The Rolf Institute • The Upledger Institute

Now indexed in Medline

The journal Editor, Leon Chaitow, welcomes articles for publication in the journal. The manuscript should be sent as an email attachment to jbmteeditor@mac.com. In order to speed up the refereeing process internet transmission of submissions with illustrations included are encouraged. For ease of downloading these should not be of high resolution at the submission stage. For ease of editing, these should not be embedded as email: they should be sent as attached document files. Alternatively paper submissions will be accepted; please include the original and two additional copies of the text, as your article will be double-blind refereed. These should be sent to: Leon Chaitow, School of Integrated Health, University of Westminster, 115 New Cavendish Street, London W1M 8JS, UK. Tel.: +44 (0) 7710 393965. If the

paper is accepted an updated disk or electronic copy may be required. Rejected papers will not normally be returned to authors. Full details of electronic submission and formats can be obtained from <http://www.elsevier.com/author> or from Author Services at Elsevier. It is imperative that these guidelines to authors be followed, including referencing style and type and resolution of suggested illustrations. (See below).

DISK SUBMISSION

If unable to submit your manuscript via email then the submission of a disk along with your typescript is accepted. The Editor will accept a 3.5 inch disk in any IBM or Macintosh word processing format (Microsoft Word 2001 is preferred). Please indicate on the label attached to your disk, your name, address, typescript title and the name of the word processing package used.

WORD COUNT

We can accept full articles of between 2000 and 4000 words in length. Shorter reports and items will comprise fewer words. Please check your ideal length with the journal Editor.

PRESENTATION OF TYPESCRIPTS

Your article should be typed on one side of the paper, double spaced with a margin of at least 3cm. Rejected articles, and disks, will not be returned to the author unless an SAE is enclosed.

Papers should be set out as follows, with each section beginning on a separate sheet: title page, abstract, text, acknowledgements, references, tables, and captions to illustrations.

Title Page

The title page should give the following information:

- title of the article
- full name of each author

- you should give a maximum of four degrees/qualifications for each author and the current relevant appointment
- name and address of the department or institution to which the work should be attributed
- name, address, telephone and fax numbers of the author responsible for correspondence and to whom requests for reprints should be sent.

Abstract

This should consist of 100-150 words summarising the content of the article.

Text

Headings should be appropriate to the nature of the paper. The use of headings enhances readability. Three categories of headings should be used:

- major ones should be typed in capital letters in the centre of the page and underlined
- secondary ones should be typed in lower case (with an initial capital letter) in the left hand margin and underlined
- minor ones typed in lower case and italicised

Do not use 'he', 'his', etc. where the sex of the person is unknown; say 'the patient', etc. Avoid inelegant alternatives such as 'he/she'. Avoid sexist language.

Avoid the use of first person ('I' statements) and second person ('you' statements). Third person, objective reporting is appropriate. In the case of reporting an opinion statement or one that cannot be referenced, the rare use of 'In the author's opinion?' or 'In the author's experience?.' might be appropriate. If in doubt, ask the editor or associate editor for assistance.

Acronyms used within the text are spelled out at the first location of usage and used as the acronym thereafter. For example, 'The location of a central trigger point (CTrP) is central to a taut fiber. The CTrP is palpated by.....'

Single quotation are used to express a quote marks (Matthews (1989) suggests, 'The best type of?') while double quotation marks are used for a quote within a quote or to emphasise a word within a quote.

Promotion of self, seminars or products is inappropriate. Reference to a particular product as it applies to the discussion, particularly where valid research of the product or comparison of products is concerned, can be included as long as a non-promotional manner is used.

References

The accuracy of references is the responsibility of the author. This includes not only the correct contextual use of the material, but also the citation itself. In the text your reference should state the author's surname and the year of publication (Smith 1989); if there are two authors you should give both surnames (Smith & Black 1989). When a source has more than two authors, give the name of the first author followed by 'et al'. (Smith et al 1989). No commas are used between the name and date. It is important to verify the correct and full title, the full authorship, and all other reference details with the original source (book, journal, etc.,) or through a service, such as Medline or ScienceDirect.

A list of all references in your manuscript should be typed in alphabetical order, double spaced on a separate sheet of paper. Each reference to a paper needs to include the author's surname and initials, year of publication, full title of the paper, full name of the journal, volume number and first and last page numbers. The names of multiple authors are separated by a comma with each appearing as surname followed by initials. The date is placed after the author's name(s), not at the end of the citation.

Here are examples:

Cleary C, Fox JP 1994 Menopausal symptoms: an osteopathic investigation.
Complementary Therapies in Medicine 2: 181-156

References to books should be in a slightly different form:

Chaitow L 1996 *Muscle Energy Techniques*. Churchill Livingstone, Edinburgh

Hicks CM 1995 *Research for Physiotherapists*. Churchill Livingstone, Edinburgh

When citing a paper that has a digital object identifier (doi) please use the following style:

Liebenson C 2000 Sensory motor training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 4: 21-27. doi: 10.1054/jbmt.2000.0206

Tables

These should be double spaced on separate sheets and contain only horizontal lines. Do not submit tables as photographs. A short descriptive title should appear above each table and any footnotes suitably identified below. Ensure that each table is cited in the text.

Illustrations

The journal is fully illustrated throughout. Please give consideration at an early stage of writing your paper to the illustrations which will enhance and develop the text. It is the author's responsibility to provide all the illustrations for the paper. However, following discussion with the Editor, *Journal of Bodywork & Movement Therapies* may undertake (at no expense to the author) redrawing from supplied references figures. Additionally *Journal of Bodywork & Movement Therapies* has access, at no cost to the author, to illustrations appearing elsewhere in Elsevier imprint books and journals. Full source details, as well as photocopied or scanned images, should be supplied at submission. Label each figure with a figure number corresponding to the order it appears within the article (i.e., Figure 1, Figure 2). Ensure that each illustration is cited within the text ('see Figure 1') and that a caption is provided.

Photographs Please submit high-quality black and white prints, clearly labelled, on the back with a soft crayon. Do not use ink.

Line drawings and figures Supply high-quality printouts on white paper produced with black ink. The lettering and symbols, as well as other details, should have proportionate dimensions, so as not to become illegible or unclear

after possible reduction; in general, the figures should be designed for a reduction factor of two to three. The degree of reduction will be determined by the Publisher. Illustrations will not be enlarged. Consider the page format of the journal when designing the illustrations. Photocopies are not suitable for reproduction. Do not use any type of shading on computer-generated illustrations.

Captions Ensure that each illustration has a caption. Supply captions as a caption list on a separate sheet, not attached to the figure. A caption should comprise the figure number as cited within the text, a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves (such as labels) to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Computer-generated illustrations can be difficult to reproduce clearly unless there is good definition and clarity of outline. For example, NCP may be used to label the illustration while the caption would include 'NCP = neutral calcaneal position'.

Reproduction of borrowed illustrations or tables or identifiable clinical photographs The written permission of patients must be obtained and submitted with identifiable clinical photographs. Permission to be use illustrations and tables which have appeared elsewhere must be obtained in writing from the original publishers, and submitted with the typescript. Borrowed material should be acknowledged in the captions in this style: 'Reproduced by kind permission of... (publishers) from... (reference)'.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

COPYRIGHT

A paper is accepted for publication on the understanding that it has not been submitted simultaneously to another journal in the English language.

US NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH) VOLUNTARY POSTING ("PUBLIC ACCESS") POLICY

Elsevier facilitates author response to the NIH voluntary posting request (referred to as the NIH "Public Access Policy"; see <http://publicaccess.nih.gov/>) by posting the peer-reviewed author's manuscript directly to PubMed Central on request from the author, 12 months after formal publication. Upon notification from Elsevier of acceptance, we will ask you to confirm via e-mail (by e-mailing us at NIHauthor-request@elsevier.com) that your work has received NIH

funding and that you intend to respond to the NIH policy request, along with your NIH award number to facilitate processing. Upon such confirmation, Elsevier will submit to PubMed Central on your behalf a version of your manuscript that will include peer-review comments, for posting 12 months after formal publication. This will ensure that you will have responded fully to the NIH request policy. There will be no need for you to post your manuscript directly with PubMed Central, and any such posting is prohibited.

AUTHORS' RIGHTS

As an author you (or your employer or institution) may do the following:

- make copies (print or electronic) of the article for your own personal use, including for your own classroom teaching use
- make copies and distribute such copies (including through email) of the article to research colleagues, for the personal use by such colleagues (but not commercially or systematically, e.g., via an e-mail list or list server)
- post a pre-print version of the article on Internet websites including electronic pre-print servers, and to retain indefinitely such version on such server or sites
- post a revised personal version of the final text of the article (to reflect changes made in the peer review and editing process) on your personal or institutional website or server, with a link to the journal homepage (on elsevier.com)
- present the article at a meeting or conference and to distribute copies of the article to the delegates attending such a meeting
- for your employer, if the article is a 'work for hire', made within the scope of your employment, your employer may use all or part of the information in the article for other intra-company use (e.g., training)
- retain patent and trademark rights and rights to any processes or procedure described in the article
- include the article in full or in part in a thesis or dissertation (provided that this is not to be published commercially)
- use the article or any part thereof in a printed compilation of your works, such as collected writings or lecture notes (subsequent to publication of your article in the journal)

- prepare other derivative works, to extend the article into book-length form, or to otherwise re-use portions or excerpts in other works, with full acknowledgement of its original publication in the journal.

For further information on author's rights please see <http://www.elsevier.com/wps/find/authorsview.authors/authorsrights>.

ETHICS

Work on human beings that is submitted to the Journal of Bodywork and Movement Therapies should comply with the principles laid down in the Declaration of Helsinki; Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Adopted by the 18th World Medical Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, amended by the 29th World Medical Assembly, Tokyo, Japan, October 1975, the 35th World Medical Assembly, Venice, Italy, October 1983, and the 41st World Medical Assembly, Hong Kong, September 1989. The manuscript should contain a statement that the work has been approved by the appropriate ethical committees related to the institution(s) in which it was performed and that subjects gave informed consent to the work. Studies involving experiments with animals must state that their care was in accordance with institution guidelines. Patients' and volunteers' names, initials, and hospital numbers should not be used.

PATIENT ANONYMITY

Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent which should be documented in your paper. Patients have a right to privacy. Therefore identifying information, including patients' images, names, initials, or hospital numbers, should not be included in videos, recordings, written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and you have obtained written informed consent for publication in print and electronic form from the patient (or parent, guardian or next of kin where applicable). If such consent is made subject to any conditions, Elsevier must be made aware of all such conditions. Written consents must be provided to Elsevier on request. Even where consent has been given, identifying details should be omitted if they are not essential. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic

pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note. If such consent has not been obtained, personal details of patients included in any part of the paper and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT FOR AUTHORS

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work.

PAGE PROOFS

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post). Elsevier now sends PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 available free from <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs. The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/acrrsystemreqs.html#70win>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post.

Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be

guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

OFFPRINTS

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional paper offprints can be ordered by the authors. An order form with prices will be sent to the corresponding author. For further information please consult <http://www.elsevier.com/authors>

CHECKLIST

Please check your typescript carefully before you send it off to the Editor, for both correct content and typographical errors, as it is not possible to change the content of accepted typescripts during the production process.

- Full details of corresponding author, including email address
- If submitting by post, original text plus two good copies (and a labelled disk)
- Figures of reproducible quality (not photocopies, unless these are for redraw purposes)
- Referenced list in correct style
- Written permission from original publishers and authors to reproduce any borrowed material
- Written permission from identifiable models used in photographs or patients whose case discussions are detailed
- Conflict of interest statement

Anexo 3 - Normas para publicação no periódico Manual Therapy (ISSN: 1356-589X)

The journal editors, Ann Moore and Gwen Jull, welcome the submission of papers for publication. Submission to this journal proceeds totally online at <http://ees.elsevier.com/math>. Use the following guidelines to prepare your article. You will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the Author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. The above represents a very brief outline of this form of submission. It can be advantageous to print this "Guide for Authors" section from the site for reference in the subsequent stages of article preparation. Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all Authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher. Reliability Studies will only be accepted if they are innovative and add to the current body of knowledge within manual therapy.

Word Count

Manuscripts should not exceed the following word counts Original articles and review articles 3500 words Technical and measurement notes 2000 words Case reports and professional issues 2000 words Masterclass 3500 words Letters to the Editors 500 words These word counts do not include references or figures/tables.

Presentation of Typescripts

Your article should be typed on one side of the paper, double spaced with a margin of at least 3cm. One copy of your typescript and illustrations should be submitted and authors should retain a file copy. Rejected articles will not be returned to the author except on request. Authors are requested to include line numbers to their manuscript in word prior to submission.

Authors are encouraged to submit electronic artwork files. Please refer to <http://www.elsevier.com/authors> for guidelines for the preparation of electronic artwork files. To facilitate anonymity, the author's names and any reference to their addresses should only appear on the title page. Please check your typescript carefully before you send it off, both for correct content and typographic errors. It is not possible to change the content of accepted typescripts during production.

Papers should be set out as follows, with each section beginning on a separate sheet: title page, abstract, text, acknowledgments, references, tables, and captions to illustrations.

Title

The title page should give the following information:

- title of the article
- full name of each author

- you should give a maximum of four degrees/qualifications for each author and the current relevant appointment
- name and address of the department or institution to which the work should be attributed
- name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author responsible for correspondence and to whom requests for offprints should be sent.

Keywords

Include three or four keywords. The purpose of these is to increase the likely accessibility of your paper to potential readers searching the literature. Therefore, ensure keywords are descriptive of the study. Refer to a recognised thesaurus of keywords (e.g. CINAHL, MEDLINE) wherever possible.

Abstracts

This should consist of 250 words summarising the content of the article. Abstracts should be used for Original Research, Profession Issues and Technical and Measurement Notes papers.

Text

Headings should be appropriate to the nature of the paper. The use of headings enhances readability. Three categories of headings should be used:

- major ones should be typed in capital letter in the centre of the page and underlined
- secondary ones should be typed in lower case (with an initial capital letter) in the left hand margin and underlined
- minor ones typed in lower case and italicised

Do not use 'he', 'his' etc. where the sex of the person is unknown; say 'the patient' etc. Avoid inelegant alternatives such as 'he/she'. Avoid sexist language.

References

The accuracy of references is the responsibility of the author.

Text: In the text your reference should state the author's surname and the year of publication (Smith 1989). If there are two authors you should give both surnames (Smith & Black 1989). When a source has more than two authors, give the name of the first author followed by 'et al'.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first chronologically, then alphabetically.

Examples:

"...sensitivity and variable specificity (Kerry and Rushton, 2003; Gross et al., 2005; Ritcher and Reinking, 2005)"

"Yaxley and Jull (1991) reported that no significant variation..."

List: References should be arranged first alphabetically and then sorted chronologically if necessary. Each reference to a paper needs to include the author's surname and initials, full title of the paper, full name of the journal, year of publication, volume and issue number and first and last page numbers. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Lee M, Svensson NL. Effects of loading frequency on response of the spine to lumbar postero - anterior forces. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 1993; 16(7): 439-466

References to a book should be in a slightly different format:

Kendall HO, Kendal FP, Boynton DA. Posture and pain. Baltimore: Williams and Wilkins; 1970. p. 135-8.

Reference to a chapter in an edited book:

Toupet M, Gage P, Heuschen S. Vestibular patients and aging subjects lost use of visual input and expend more energy in static postural control. In: Vellas B, Toupet M, Rubenstein L, et al., editors. Balance and gait disorders in the elderly. Paris: Elsevier; 1988. p. 183-98.

For more than 6 authors, the first three should be listed followed by 'et al.'

Citing and listing of Web references.

As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (Author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. The date on which the website was last accessed should also be included. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list. When citing a Churchill Livingstone journal, the digital object identifier (DOI) may also be included, if noted, from the article's title page. Please note the following example: Joos U, Kleinheinz J 2000 Reconstruction of the severely resorbed (class VI) jaws: routing or exception? Journal of Craniomaxillofacial Surgery 28: 1-4. doi:10.1054/jcms.2000.0102 (last accessed 7 February 2006)

Figures and Illustrations

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://www.elsevier.com/authors>

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article. Ensure that each table is cited in the text.

Preparation of supplementary data. Elsevier now accepts electronic supplementary material (e-components) to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the Author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/wps/find/authors.authors/authorartworkinstructions>

Submitting Case Reports

The purpose of the Case Report is to describe in reasonable detail the application of manual therapy to a clinical use. Cases of particular interest are those of an unusual presentation, rare conditions or unexpected responses to treatment. The following points will assist authors in submitting material for consideration by the Editorial Committee:

- The Case Report should be between 1500 - 2000 words in length excluding references and illustrations. Longer studies will be considered by the Editorial Committee if of an exceptional quality.
- No abstract is required but the introductory paragraph should provide the reader with an overview of the study in general.
- The method of presentation to the treating practitioner should be detailed along with the symptoms and their behaviour. A body chart illustrating the symptoms is considered essential.
- The history (present and past) should be reported. Relevant work and leisure activities should also be presented in this section.
- The objective examination findings should be detailed in a concise manner.

- Treatment of the condition should be reported along with results. It is essential to clearly state what was done to achieve the reported results.
- The management of the condition should then be discussed with references to the literature to support what was done. Authors should remember it is a reasoned article rather than a purely factual report.
- The Case Report should conclude with a brief summary.
- Case Reports should be submitted online at <http://ees.elsevier.com/math>

For further details on the Case Report section please contact: Jeffrey D. Boyling, Jeffrey Boyling Associates, Broadway Chambers, Hammersmith Broadway, LONDON, W6 7AF, UK. Tel: +44 (0) 7814 880 370 E-mail: jeffboyling@yahoo.co.uk

Submitting a Masterclass

The purpose of the Masterclass section is to describe in detail clinical aspects of manual therapy. This may relate to specific treatment techniques, a particular management approach or management of a specific clinical entity.

- The article should be between 3500 - 4000 words in length excluding references.
- A short summary should precede the main body of the article overviewing the contents.
- The introduction should review the relevant literature and put the subject matter into context.
- The main body of the text will describe the technique or approach in detail.
- Clinical indications and contraindications should be outlined when relevant.
- Illustrations are considered an essential part of the Masterclass in order to fully inform the reader and a minimum of six photographs or line drawings are required.

In addition, authors may wish to include supplementary material which would be available online only. This may include, for example, podcasts, videoclips, animation sequences, high-resolution colour images, author reflections on the masterclass, and background datasets - please visit the Guide for Authors for further details at www.elsevier.com/math.

For further details and full instructions for authors for the Masterclass section please contact: Karen Beeton, Department of Physiotherapy, University of Hertfordshire, College Lane, HATFIELD, Herts, AL10 9AB, UK. Tel: +44 (0)1707 284114 Fax: +44 (0)1707 284977 E-mail: k.s.beeton@herts.ac.uk

Copyright Information

A "Transfer of Copyright" agreement will be sent to authors following acceptance of a paper for publication. A paper is accepted for publication on the understanding that it has not been submitted simultaneously to another journal in the English language. All authors must sign the "Transfer of Copyright" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables Elsevier Science Ltd to protect the copyrighted material for the authors, without the author relinquishing his/her proprietary rights. The copyright transfer covers the exclusive rights to reproduce and distribute the article, including reprints, photographic reproductions, microfilm or any other reproductions of a similar nature, and translations. It also includes the right to adapt the article for use in conjunction with computer systems and programs, including reproduction or publication in machine-readable form and incorporation in retrieval systems. Authors are responsible for obtaining from the copyright holder permission to reproduce any material for which copyright already exists.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

Patient Anonymity

Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent which should be documented in your paper. Patients have a right to privacy. Therefore identifying information, including patients' images,

names, initials, or hospital numbers, should not be included in videos, recordings, written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and you have obtained written informed consent for publication in print and electronic form from the patient (or parent, guardian or next of kin where applicable). If such consent is made subject to any conditions, Elsevier must be made aware of all such conditions. Written consents must be provided to Elsevier on request. Even where consent has been given, identifying details should be omitted if they are not essential. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note. If such consent has not been obtained, personal details of patients included in any part of the paper and in any supplementary materials (including all illustrations and videos) must be removed before submission

English Language Service

Please write your text in good English. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languagepolishing> or our customer support site at <http://epsupport.elsevier.com> for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions: <http://www.elsevier.com/termsandconditions>

Permissions Information

Written permission to produce borrowed materials (quotations in excess of 100 words, illustrations and tables) must be obtained from the original copyright holders and the author(s), and submitted with the manuscript. Borrowed materials should be acknowledged in the captions as follows: 'Reproduced by kind permission of (publishers) from (reference)'.

Page Proofs

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as "drafts".

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding Author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility.

A form with queries from the copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required. The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within 48 hours of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

Author Enquiries

For enquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit <http://www.elsevier.com/authors>. There is also the facility to track accepted articles and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed, as well as detailed artwork guidelines, copyright information, frequently asked questions and more at: <http://authors.elsevier.com/TrackPaper.html>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Checklist

Before submitting your paper, please check that:

- All files are uploaded.
- The reference list is complete and in correct style.
- Written permission from original publishers and authors to reproduce any borrowed material has been obtained.