

JULIANA FERREIRA SAUER

Análise eletromiográfica da fadiga muscular na fibromialgia
durante atividade funcional

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa: Ciências da Reabilitação

Área de concentração: Movimento, Postura e Ação
Humana

Orientadora: Profa. Dra. Amélia Pasqual Marques

São Paulo

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Sauer, Juliana Ferreira

Análise eletromiográfica da fadiga muscular na fibromialgia durante atividade funcional / Juliana Ferreira Sauer. -- São Paulo, 2010.

**Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.**

Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Movimento, Postura e Ação Humana.

Orientadora: Amélia Pasqual Marques.

Descritores: 1.Fibromialgia 2.Fadiga muscular 3.Eletromiografia

USP/FM/DBD-414/10

Ao meu tio Luciano Ferreira Lima.
Meu exemplo de simplicidade, amor ao próximo e paixão pela vida.

“A morte deveria ser assim: um céu que pouco a pouco
anoitecesse e a gente nem soubesse que era o fim.”

Mário Quintana.

Por toda alegria que a sua vida trouxe à minha.
Sentirei sua falta para sempre.

Agradecimentos Especiais

A Deus, por me proporcionar muito mais do que eu poderia imaginar alcançar.

Aos meus pais Julio e Lucia, por todo amor, dedicação e pelo apoio incondicional. Vocês permitiram a concretização do meu sonho de criança e me ensinaram as primeiras e mais importantes lições da minha vida.

À minha irmã Ligia, pela amizade tão sincera, pelo companheirismo e cumplicidade em tudo, por torcer tanto por mim e me ajudar em tudo o que preciso.

Ao meu noivo Leandro, por estar ao meu lado sempre e por tudo o que temos construído juntos.

Ao meu lindo cachorrinho Costela! Pelo olhar carinhoso que sempre recarrega as minhas forças...

Aos meus tios, primos, minha vovó e toda minha grande família, porque eu não seria quem sou hoje sem a nossa história. Amo vocês.

Agradecimentos

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade da realização curso de graduação e de pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa, pela bolsa de estudos concedida para realização do projeto.

À Prof^a Dr^a Amélia Pasqual Marques, por me orientar não apenas no mestrado, mas com lições de vida também.

À minha querida amiga Ana Assumpção Berssaneti, pela participação fundamental nas avaliações e no desenvolvimento do projeto, mas muito mais do que isso, por ser uma amiga fiel, carinhosa e paciente, sempre ao meu lado nos bons momentos e nos mais difíceis também.

À amiga Pâmela Mango, pela ajuda tão importante nas avaliações e planilhas, pelas palavras de ânimo e alegria contagiante.

Aos Prof^{os} Drs. Maria Cristina Nunes Cabral, Isabel Camargo Neves Sacco e César Amorim pela consultoria para a análise eletromiográfica.

Aos meus amigos da pós-graduação e membros do Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletromiografia: Fábio França, Thomaz Burke, Patrícia Alfredo, Adriana Barsante, Sarah Meneses e Adriana Sousa, por compartilharem muito mais que o conhecimento científico, mas também risadas, apoio e disposição para ajudar.

Aos pacientes e voluntários que participaram das longas avaliações com alegria e dedicação.

“...o meu corpo dói tanto
que tenho vontade de trocá-lo
por outro corpo...”

*Parte do relato de uma paciente atendida
no Ambulatório de Fibromialgia e Fisioterapia
do Hospital da Clínicas – HCFMUSP*

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2a ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.
Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Lista de siglas	
Resumo	
Summary	
1. Introdução.....	01
1.1 Justificativa	08
1.2 Objetivo	09
2. Material e Métodos.....	10
2.1 Tipo de Estudo	10
2.2 Sujeitos	10
2.3 Material	11
2.4 Procedimentos	12
2.5 Análise dos Dados	19
2.6 Análise Estatística	23
3. Resultados.....	25
4. Discussão.....	29
5. Conclusão.....	36
6. Anexos.....	37
6.1 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	38
6.2 Ficha de avaliação	39
6.3 Questionário do Impacto da Fibromialgia	41
6.4 Questionário Internacional do Nível de Atividade Física	43
6.5 Escala de Borg	44
7. Referências.....	45

Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção da amostra.	11
Figura 2. Localização do ponto de aplicação dos eletrodos no músculo vasto lateral.	16
Figura 3. Posicionamento dos eletrodos e do eletrogoniômetro no membro inferior direito	17
Figura 4. Posicionamento dos sujeitos para o teste de sentar e levantar.	19
Figura 5. Ilustração do teste de sentar e levantar e coletas eletromiográficas realizadas nos instantes T1, T2 e T3.	19
Figura 6. Três ciclos obtidos na coleta eletromiográfica de 6 segundos no instante T1. Em vermelho, o trecho recortado do sinal correspondente à contração concêntrica do ciclo mais central.	21
Figura 7. Espectrograma de potência do trecho do sinal eletromiográfico recortado, mostrando a variação da potência do sinal ao longo do tempo. Quanto mais clara a cor, mais potente o sinal.	22
Figura 8. Parâmetros espectrais do trecho do sinal eletromiográfico analisado. Em destaque no quadro azul, a frequência mediana correspondente ao instante de maior potência do sinal.	23
Figura 9. Gráfico da variação da frequência mediana nos três momentos da coleta eletromiográfica.	27

Lista de Tabelas

Tabela 1. Características demográficas, clínicas, nível de atividade física, dor e sintomas da fibromialgia. 25

Tabela 2. Freqüência mediana nos instantes T1, T2 e T3, velocidade do movimento, número total de repetições, tempo total do teste e escala de Borg obtidos durante o teste de sentar e levantar. 26

Tabela 3. Correlação da freqüência mediana em T3 com a dor, relato de esforço percebido, fadiga, cansaço matinal, tempo total e número total de repetições no teste de sentar e levantar 28

Lista de siglas

FM - Fibromialgia

ACR - American College of Rheumatology

T1- Tempo inicial no teste de sentar e levantar

T2 - Tempo correspondente ao primeiro minuto no teste de sentar e levantar

T3 - Tempo correspondente ao momento da exaustão no teste de sentar e levantar

MDF - Freqüência mediana

EVA - Escala Visual Analógica

QIF - Questionário do Impacto da Fibromialgia

GF - Grupo Fibromiálgicos

GC - Grupo Controle

Resumo

Sauer JF. Análise eletromiográfica da fadiga muscular na fibromialgia durante atividade funcional [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2010.

Introdução: Pacientes fibromiálgicos freqüentemente referem fadiga e estudos apontam esse sintoma como o segundo mais intenso, podendo limitar as atividades de vida diária, aumentar o estresse a até mesmo a dor. Não há um consenso se as queixas de fadiga correspondem a padrões alterados nos mecanismos de fadiga muscular, já que predominam as avaliações com questionários e escalas. O objetivo deste estudo foi avaliar a fadiga muscular em fibromiálgicos por meio da eletromiografia de superfície durante o teste de sentar e levantar. **Métodos:** Participaram do estudo 49 sujeitos divididos em dois grupos: Grupo Fibromiálgico (n=34) e Grupo Controle (n=15). Os padrões de fadiga muscular foram avaliados pela análise da freqüência mediana (MDF) do sinal eletromiográfico do terço distal do músculo vasto lateral durante o teste de sentar e levantar. A dor pela Escala Visual Analógica (EVA), os sintomas da fibromialgia pelo Questionário do Impacto da Fibromialgia (QIF) e o desempenho no teste de sentar e levantar pelo tempo total utilizado e número de repetições. Todos os participantes foram instruídos a realizar o teste numa velocidade confortável até a exaustão. A coleta da eletromiografia foi feita em três momentos, simultaneamente ao uso da escala de Borg para avaliação do nível de esforço percebido: início (T1), após um minuto (T2) e na exaustão (T3). **Resultados:** O grupo fibromiálgico apresentou MDF reduzida em T3 ($p=0,04$) e relato de esforço percebido mais intenso que o grupo controle em T2 ($p=0,00$). Foi observada correlação moderada entre MDF em T3 com as variáveis: intensidade da dor ($-0,40$; $p=0,00$) e tempo total em segundos ($0,43$; $p=0,00$). **Conclusão:** o grupo fibromiálgico apresentou sinais de fadiga precocemente com diminuição da freqüência mediana e percepção de esforço mais intenso comparado ao grupo controle.

Descritores: Fibromialgia, fadiga muscular, eletromiografia.

Abstract

Sauer JF. Electromyography fatigue analyses in fibromyalgia patients during a functional activity. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2010.

Introduction: Fibromyalgia patients usually report fatigue and this symptom is the second more intense, limiting daily life activities, increasing stress and pain. There is no sense if fatigue complains are related to muscle fatigue altered patterns, since most studies performed questionnaires and scales to quantify this symptom. The aim of this study was to evaluate muscle fatigue patterns by surface electromyography during the sit to stand test. **Methods:** Participated 49 subjects in two groups: Fibromyalgia Group (n=34) and Control Group (n=15). Electromyography muscle fatigue patterns were evaluated by median frequency analyses (MDF) of the distal third of the vastus lateralis muscle during sit to stand test, pain by Visual Analog Scale (VAS), fibromyalgia symptoms by Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ) and the test performance by total time spent in test and by number of movements. All subjects performed the sit to stand test in a comfortable velocity until exhaustion. Electromyography recording was performed in three moments, simultaneously at Borg scale perceived effort evaluation: initial time (T1), after one minute (T2) and at exhaustion (T3). **Results:** Fibromyalgia group present MDF decrease at T3 ($p=0,04$) and more intense perceived effort at T2 ($p=0,00$). There was a moderate correlation for MDF in T3 with pain intensity ($-0,40$; $p=0,00$) and total time in sit to stand test in seconds ($0,43$; $p=0,00$). **Conclusion:** Fibromyalgia patients showed early muscle fatigue signs with MDF decrease and more intense perceived effort.

Descriptors: Fibromyalgia, muscle fatigue, electromyography.

1. Introdução

A fibromialgia é uma síndrome reumática caracterizada por dor musculoesquelética difusa e crônica e hipersensibilidade dolorosa em pontos anatômicos específicos ¹, apresentando nos indivíduos acometidos reduzida capacidade física para o trabalho e para atividades de vida diária ^{2,3,4}.

Os critérios para sua classificação foram descritos através de um estudo multicêntrico realizado em 1990 pelo Colégio Americano de Reumatologia (ACR) e inclui a presença de dor difusa e crônica, isto é, no lado direito e esquerdo do corpo, acima e abaixo da cintura e no esqueleto axial há pelo menos três meses, associada à presença de pelo menos 11 dos 18 pontos anatômicos específicos sensíveis à palpação ¹.

Freqüentemente estão associados outros sintomas como distúrbios do sono, rigidez matinal ¹, ansiedade, estresse e depressão ^{1,5,6}, assim como a dispnéia ^{7,8} e a fadiga ⁹.

A etiologia da síndrome permanece incerta e várias teorias têm sido propostas na tentativa de se explicar o porquê de um quadro com tantos sintomas. As principais e mais amplamente estudadas na atualidade seriam as alterações nas vias aferentes nociceptivas dos músculos ¹⁰, gerando uma sensibilização dessas vias primárias e as alterações no sistema neuroendócrino e imunológico ¹¹.

Por não ser rara ^{9,12,13,14} e pelo grande impacto negativo na funcionalidade e conseqüentemente, na qualidade de vida dos indivíduos ^{15,16}, é uma síndrome que desperta cada vez mais o interesse dos profissionais da área da saúde. Tal interesse justifica-se não apenas pelo sofrimento causado nos indivíduos acometidos, mas também pelo impacto econômico para a sociedade e para os sistemas de saúde. Estudos têm demonstrado que os fibromiálgicos apresentam um elevado número de faltas no trabalho ^{4,17}, elevado número de consultas médicas

e elevados gastos anuais para o governo quando comparados a indivíduos com outras afecções musculoesqueléticas^{1,9,18,19}.

A fadiga é um dos sintomas mais freqüentes e limitantes nos fibromiálgicos⁹. Muitas condições clínicas crônicas estão associadas à presença de fadiga como ocorre em algumas doenças musculoesqueléticas, na síndrome da fadiga crônica e na doença pulmonar obstrutiva crônica²⁰.

É uma condição clínica importante, apesar de subjetiva e inespecífica, com fatores fisiológicos, psicológicos ou mudanças cognitivas influenciando a percepção de fadiga de um indivíduo²¹. Não há consenso se os mecanismos envolvidos na fadiga são os mesmos para a fadiga induzida por exercício e a apresentada nas doenças crônicas^{20, 21}.

Os indivíduos acometidos por doenças crônicas percebem que a sensação de fadiga não é igual à que ocorria antes do início da doença, sugerindo a possibilidade do sintoma não ser um simples estado de transição entre um estado de não fadiga para a fadiga²².

A percepção de fadiga e a incapacidade de continuar uma atividade motora são a via final de uma série de alterações que afetam a capacidade do músculo se contrair²³. No entanto, não está clara a distinção entre o sintoma fadiga e as alterações fisiológicas que envolvem o desenvolvimento da fadiga muscular nos fibromiálgicos.

Uma revisão da literatura sobre a fibromialgia apontou que aspectos como a fadiga, o sono, o bem estar geral, a capacidade funcional, a ansiedade e a depressão são geralmente avaliados por meio de escalas ou subescalas do Questionário do Impacto da Fibromialgia (QIF)²⁴.

No entanto, mesmo sendo instrumentos validados e capazes de avaliar a função física, as atividades de vida diária instrumentais, o bem estar geral e os sintomas relacionados à síndrome, o conteúdo das questões pode não permitir a

descrição de episódios súbitos, que poderiam ter relevância clínica ²⁵. Nesse método de avaliação o indivíduo é solicitado a recordar sobre quanta fadiga sentiu num determinado período, que pode ser na última semana, como no caso da escala utilizada no QIF ou no momento da avaliação.

Com relação ao relato de fadiga avaliado por questionários, a literatura apresenta a fadiga como um sintoma importante por sua intensidade e frequência, como por exemplo, o estudo conduzido por Haun et al. ²⁶, que avaliaram uma amostra da população brasileira e encontraram a presença de fadiga em 83,3% dos fibromiálgicos, sendo o segundo sintoma mais freqüente. Estes se assemelham aos resultados obtidos pelo estudo do comitê do ACR em 1990 ¹, em que o sintoma esteve presente em mais de 80% dos indivíduos.

Neumann et al. ²⁷ avaliaram a qualidade de vida e os principais sintomas da fibromialgia por meio de escalas analógicas visuais que variam de 0 a 10 centímetros e entre eles, a fadiga. No grupo fibromiálgico, o valor médio obtido com a escala analógica visual foi de 8,1 contra apenas 2,7 no grupo controle e mesmo quando comparado com o grupo dor generalizada, ainda apresentou maior intensidade do sintoma.

Em 2003, Nöiller e Sprott ²⁸ realizaram estudo prospectivo em fibromiálgicos com o objetivo de avaliar os principais sintomas e aspectos relacionados ao trabalho e atividades de vida diária, num período de dois anos. Dos 42 pacientes avaliados no momento inicial, 75% relataram a presença de fadiga por meio de uma escala variando de 0 a 10. Ao final do período de seguimento, a fadiga foi um dos sintomas que apresentou diferença estatística significativa entre estado inicial e após dois anos, com aumento do valor médio obtido na escala, o que sugere aumento da intensidade do sintoma do período considerado.

Em 2004, Pagano et al. ²⁹ avaliaram os sintomas da síndrome em 40 indivíduos fibromiálgicos e 40 indivíduos controles com o QIF. Os dados mostraram

diferença estatisticamente significativa no item fadiga com valor médio de 7,7 cm para os fibromiálgicos e 2,3 cm no grupo controle,

Bennett et al.³⁰ realizaram uma pesquisa sobre a fibromialgia nos Estados Unidos via internet. Os autores elaboraram um questionário em que os sintomas eram estimados por meios de escalas numéricas variando de 0 (sem sintoma) a 10 (intensidade máxima). Nos resultados obtidos de 2.596 indivíduos, a fadiga esteve presente como o segundo sintoma mais intenso, com média obtida na escala de 0 a 10 de 7,1.

Resultado semelhante foi obtido em 2006 por Katz et al.³¹ onde a fadiga foi estimada numa escala de 0 a 10 apresentando valor médio de 7,86. Pacientes encaminhados ao estudo com o diagnóstico da síndrome, mas sem preencher os critérios do ACR apresentaram intensidade média de fadiga de 4,05.

A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade de continuidade de um exercício com a mesma intensidade, resultando numa deterioração do desempenho³². No entanto, não há consenso se as queixas de fadiga nos fibromiálgicos estão relacionadas a padrões alterados no desenvolvimento da fadiga muscular, apesar da evidente queixa de dificuldade para realizar atividades funcionais³³.

O método considerado como padrão ouro para a avaliação da fadiga é a redução na força de contração isométrica máxima, no entanto, o método exige períodos de teste de força periódicos, o que interrompe o protocolo de exercícios ou da atividade envolvida^{34, 35}.

Com base em tais considerações, a mensuração da fadiga muscular com a utilização da eletromiografia de superfície tem sido utilizada, uma vez que os sinais processados podem refletir o estado da musculatura avaliada durante contrações isométricas sustentadas em níveis de esforço de moderado a máximo³⁵. Mais

recentemente, a análise dos sinais com base no domínio tempo-frequência tem permitido o estudo da fadiga também em contrações dinâmicas ³⁶.

A presença da fadiga muscular por meio da eletromiografia é observada tanto pelas alterações na amplitude, bem como pela variação de frequências encontradas no espectro do sinal mioelétrico ³².

A frequência mediana é um dos parâmetros espectrais obtidos por meio dos sinais eletromiográficos. Em contrações isométricas fatigantes é possível observar uma compressão do espectro para baixas frequências ao se monitorar a frequência mediana. A taxa de declínio da frequência mediana ao longo do tempo durante contrações isométricas é freqüentemente utilizada como índice de fadiga muscular e é calculado por meio de regressão linear das mudanças da frequência mediana ao longo do tempo. A fadiga muscular também pode ser caracterizada na eletromiografia por um aumento na amplitude do sinal e por diminuição da velocidade de condução da fibra muscular ^{32,37}.

Em contrações dinâmicas são necessários métodos recentes de análise no domínio tempo-frequência da eletromiografia de superfície, sendo também observado um deslocamento dos componentes de frequências para as baixas frequências ^{35,36}.

Os poucos estudos realizados para se investigar a fadiga nos fibromiálgicos com base nas alterações biomecânicas e fisiológicas no músculo, encontraram resultados controversos. Bazzichi et al. ³⁸ realizaram estudo sobre quais alterações musculares poderiam estar presentes nos fibromiálgicos tendo como foco o sinal obtido pela eletromiografia de superfície. Contrações isométricas voluntárias máximas foram realizadas e resultados significativamente mais baixos nos valores obtidos para a frequência mediana, velocidade de condução e índice de fadiga foram encontrados nos pacientes quando comparados a controles saudáveis. Falla et al. ³⁹ encontraram que os fibromiálgicos apresentaram

manifestações mioelétricas de fadiga muscular de forma mais intensa que indivíduos controles durante contrações máximas isométricas sustentadas.

Resultados contrários aos de Bazzichi et al.³⁸, foram observados por Casale et al.⁴⁰ pois verificaram que durante as contrações isométricas máximas voluntárias, os fibromiálgicos apresentaram poucas manifestações mioelétricas de desenvolvimento de fadiga, quando comparados a controles assintomáticos.

Foram encontrados poucos estudos abordando aspectos biomecânicos dos fibromiálgicos durante atividades funcionais^{41, 42} e não foram encontrados estudos que abordassem o papel da fadiga muscular nessas condições, ou seja, durante contrações dinâmicas e submáximas, que são mais compatíveis com as atividades de vida diária.

No entanto, estudos sugerem que o papel da fadiga seja estudado através dos aspectos biomecânicos em condições submáximas, já que os achados apontam para um comportamento do sistema musculoesquelético dos fibromiálgicos, ao desenvolverem uma atividade leve ou moderada, semelhante ao comportamento do sistema musculoesquelético de indivíduos saudáveis em atividades fatigantes^{41, 42}. Estes aspectos foram encontrados nos estudos de Auvinet et al.⁴¹ e Pierrynowski et al.⁴² que avaliaram a marcha de fibromiálgicos. Os autores não incluíram a avaliação da fadiga muscular, no entanto, as alterações encontradas sugerem que mecanismos envolvendo a fadiga poderiam estar presentes.

No estudo conduzido por Auvinet et al.⁴¹, a marcha de 14 fibromiálgicos e 14 controles saudáveis foi investigada. As variáveis estudadas durante a marcha foram velocidade, frequência dos ciclos, comprimento do passo, simetria do deslocamento latero-lateral e regularidade dos passos, atividade crânio-caudal e

latero-lateral. Todas as variáveis apresentaram-se significativamente reduzidas no grupo fibromiálgico, exceto a variável relacionada à atividade látero-lateral.

Os autores concluíram que o impacto da fibromialgia resulta não apenas na redução da velocidade da marcha, mas também em redução da frequência dos ciclos e irregularidade dos passos, sugerindo que a fadiga poderia estar relacionada aos achados.

O estudo realizado por Pierrynowski et al.⁴² avaliou a sinergia muscular durante a marcha e os dados mostram que o grupo fibromiálgico, quando comparado com o grupo controle, utilizava preferencialmente os músculos flexores do quadril ao invés dos músculos flexores plantares para completar a tarefa da marcha. Em indivíduos saudáveis, numa marcha de velocidade intermediária, é utilizado o recrutamento da musculatura do tornozelo para impulsão numa proporção maior do que o uso da musculatura do quadril para propulsão anterior do membro. No entanto, na medida em que a velocidade da marcha aumenta, há um padrão de recrutamento muscular inverso. Isso pode ser interpretado como o sistema de controle motor humano recrutando preferencialmente músculos proximais para impulsionar o corpo anteriormente.

O grupo fibromiálgico apresentou durante a marcha o uso preferencial dos músculos flexores do quadril para propulsão do corpo, ao invés do uso típico de músculos flexores plantares do tornozelo, caracterizando um padrão similar apresentado por indivíduos saudáveis durante uma marcha de alta velocidade.

Supondo que uma marcha rápida é uma atividade fatigante, esse padrão de recrutamento muscular sugere que o grupo fibromiálgico caminhando numa velocidade confortável, comporta-se neurologicamente como se estivesse caminhando rapidamente, o que corresponde a uma demanda metabólica maior e resultante aumento da fadiga.

Mesmo sem um consenso sobre a fadiga muscular na fibromialgia supõe-se que ela tem a propriedade de alterar a força da musculatura e consiste de um complexo processo envolvendo componentes neurais e musculares. Pode-se afirmar que a fadiga é o fator chave nos prejuízos da propriocepção e do controle postural, o que pode ter impacto importante na qualidade de vida dos pacientes ⁴³.
⁴⁴.

Protocolos de indução da fadiga têm sido utilizados para demonstrar seu efeito no desempenho muscular, no controle postural e no equilíbrio. Frequentemente, as atividades utilizadas nos estudos são a marcha, a corrida, ou o ciclismo, dentre outras ^{44, 45, 46}.

1.1 Justificativa

A maioria dos estudos até o momento avaliou a presença da fadiga na fibromialgia por meio de questionários, escalas ou através do desempenho muscular isoladamente, que consiste em testes de contração muscular isométrica e isocinética. Mediante levantamento da literatura, poucos estudos foram encontrados abordando a biomecânica dos pacientes durante uma função. Dois trabalhos avaliaram a marcha dos pacientes, sendo encontradas alterações significativas entre fibromiálgicos e indivíduos saudáveis. No entanto, os autores não utilizaram a fadiga como parâmetro de avaliação e em suas conclusões, ambos apontaram a necessidade de estudos futuros abordando o papel da fadiga muscular, já que o comportamento dos fibromiálgicos no estudo durante a marcha de leve intensidade foi compatível com indivíduos saudáveis ao desempenharem uma atividade fatigante.

Isto se torna particularmente importante já que é descrito na literatura a presença da fadiga como um dos principais sintomas referidos pelos pacientes, além das inúmeras queixas com relação ao desempenho em atividades de trabalho e do cotidiano. Melhor compreensão de tais alterações poderá guiar as condutas do fisioterapeuta para abordagens terapêuticas mais específicas visando atender as necessidades dos pacientes. A hipótese é que os fibromiálgicos apresentam sinais precoces de fadiga e baixo desempenho no teste de sentar e levantar quando comparados a indivíduos controles assintomáticos.

1.2 Objetivos

Objetivo principal

O objetivo deste estudo foi avaliar a fadiga muscular em fibromiálgicos e indivíduos controles por meio da eletromiografia de superfície durante o teste de sentar e levantar.

Objetivos Secundários

Avaliar a dor pela Escala Visual Analógica (EVA).

Avaliar os sintomas da fibromialgia pelo Questionário do Impacto da Fibromialgia (QIF).

Avaliar o desempenho no teste de sentar e levantar pelo tempo total e o número de repetições para realizar o teste.

2. Material e métodos

2.1 Tipo de Estudo

Estudo observacional transversal.

2.2 Sujeitos

Os fibromiálgicos foram recrutados junto ao Serviço de Reumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo e encaminhados ao ambulatório de Fisioterapia e Fibromialgia. Os sujeitos controles foram obtidos na comunidade próxima ao local de realização do trabalho e os pacientes foram convidados a trazer um acompanhante para participar do estudo.

Foram selecionadas para o estudo mulheres na faixa etária de 35 a 55 anos, sendo excluídas as que apresentaram doenças musculoesqueléticas graves e incapacitantes associadas como osteoartrose e artrite reumatóide; doenças que geram alterações de sensibilidade em membros inferiores; alterações ortopédicas prévias em membros inferiores e coluna por pelo menos um ano; alterações visuais sem correção; tontura; sob efeito de sedativos ou álcool por menos de 48 horas; doenças cardiovasculares em que a atividade física esteja contra-indicada; próteses para amputação^{32, 35, 47}.

Cinquenta e cinco sujeitos compareceram para as avaliações e seis foram excluídos por não preencherem aos critérios, resultando em 49 sujeitos divididos em dois grupos: Grupo Fibromiálgico (GF n=34) e Grupo Controle (GC n=15).

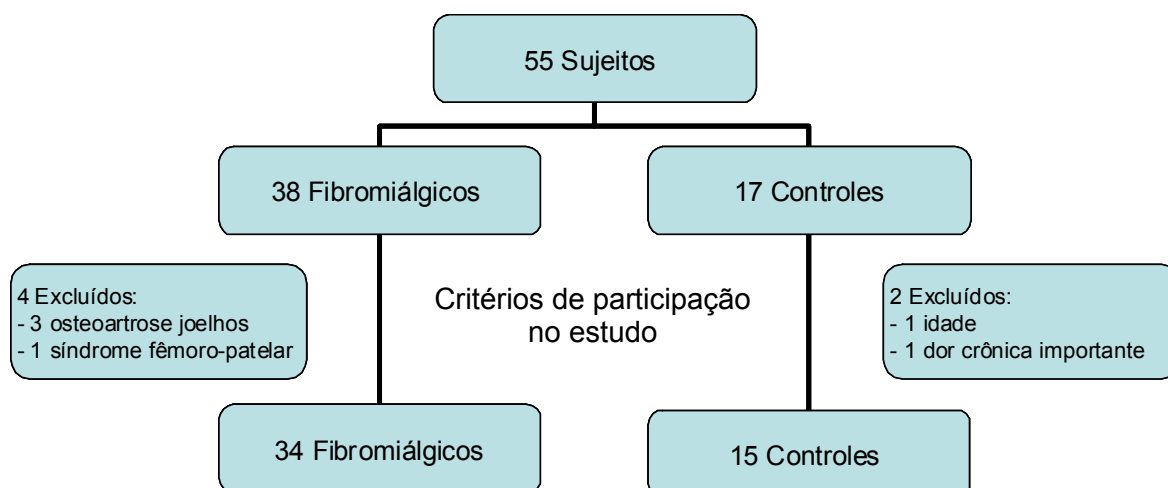


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção da amostra.

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo conforme o protocolo de pesquisa nº 0190/08. Todos os participantes receberam as orientações sobre o estudo e mediante aceitação, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

2.3 Material

- Termo de consentimento livre esclarecido; (Anexo 1)
- Ficha de avaliação contendo informações sobre idade, peso, altura, profissão e antecedentes pessoais; (Anexo 2)
- Questionário do Impacto da Fibromialgia (QIF): instrumento traduzido e validado em sua versão brasileira com questões que abordam os principais sintomas da fibromialgia ⁴⁸; (Anexo 3)
- IPAC: Questionário Internacional do Nível de Atividade Física. Foi validado na população brasileira por Matsudo et al. em 2001 ⁴⁹; (Anexo 4)

- Escala de Borg – escala desenvolvida para a avaliação do nível de esforço percebido durante uma atividade física⁵⁰; (Anexo 5)
- Eletromiógrafo: amplificador de oito canais e conversor analógico-digital - CAD 12/32 (EMG System do Brasil) com 12 *bits* de resolução, interfaciado com um computador e programa de aquisição de dados (*AqDados 5.0*). As coletas de dados foram realizadas com frequência de amostragem de 1000 Hz e filtro passa-banda de 20 (passa alta) a 500 Hz (passa baixa);
- Cabos conectores: eletrodos ativos de superfície (EMG System do Brasil) com pré-amplificação de ganho de 20 vezes no eletrodo e mais 50 vezes no condicionador, resultando num ganho de 1000 vezes.
- Eletrodos adesivos (*Meditrace*).
- Eletrogoniômetro (Biometrics Ltd).
- Goniômetro universal de acrílico (Carci)
- Esparadrapo *transpore* (3M).
- Fita métrica
- Maca
- Dolorímetro
- Bancos de madeira com altura de 35 cm e 10cm
- Cronômetro

2.4 Procedimentos

As avaliações ocorreram em dois momentos distintos. Num primeiro momento, os fibromiálgicos foram avaliados no ambulatório de Fisioterapia e Fibromialgia, no Hospital das Clínicas de São Paulo, onde foram coletados todos os dados pessoais e aplicados os questionários de avaliação. Aqueles que preencheram os critérios estabelecidos foram convidados para participar do

segundo momento da avaliação realizado no Laboratório de Investigação Clínica e Eletromiografia, no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, sendo avaliados durante o teste de sentar e levantar com a eletromiografia. Os sujeitos que participaram como controles foram avaliados em um único dia.

- Avaliação de dados demográficos e aplicação de questionários

Todos os indivíduos foram avaliados por um único pesquisador previamente treinado. Os questionários são auto-aplicáveis, no entanto, alguns participantes necessitaram de ajuda na leitura das questões por apresentarem déficits visuais ao até mesmo por analfabetismo. Nesses casos, as questões foram lidas para os participantes pelo examinador, exatamente como se apresentavam na forma escrita.

Através do protocolo de avaliação inicial, foram obtidas todas as informações para a caracterização da amostra incluindo dados pessoais, peso, altura, tempo de dor, tempo de diagnóstico e medicamentos em uso. Também foram aplicados os questionários de avaliação QIF e IPAC.

Os sintomas da síndrome foram avaliados pelo QIF ⁴⁸, que consiste de dez questões sobre as atividades de vida diária, que podem variar de 0 a 10. A pontuação total é feita pela soma das 10 questões, com escore variando entre 0 e 100. Os fibromiálgicos normalmente apresentam valores próximos de 50, sendo considerados casos mais graves os casos com escore acima de 70 ^{16, 51}. Para avaliar a intensidade da dor foi considerado o valor obtido na subescala do QIF e para avaliar a intensidade da dor nos membros inferiores foi elaborada um escala analógica visual específica para este segmento.

O nível de atividade física foi avaliado com o IPAQ ⁴⁹ em sua versão curta relativa à última semana. As questões quantificam a atividade física global e específica, considerando critérios de frequência e duração. Os resultados permitem cinco faixas de classificação: muito ativo, ativo, irregularmente ativo A, irregularmente ativo B e sedentário. Foi validado na população brasileira por Matsudo et al. em 2001 ⁴⁹.

- Teste de sentar e levantar

Para avaliação da fadiga muscular foi elaborado um protocolo para indução da fadiga. Foi importante considerar que a atividade deveria ter pouco risco de gerar dor, o que no grupo fibromiálgico, resultaria numa interrupção do teste por dor e não por cansaço. A atividade de sentar e levantar (sit-to-stand) foi utilizada entre outras possibilidades por ser compatível com as necessidades dos pacientes, geralmente mais frágeis, sensíveis à dor e com pouca resistência a esforços físicos.

A atividade de sentar e levantar de uma cadeira ou banco é um movimento que requer atividade intensa nos membros inferiores, principalmente do músculo quadríceps femoral, desde que realizada corretamente e sem compensações posturais com o tronco.

Este movimento é uma das atividades diárias com maior demanda quando considerados os aspectos mecânicos ⁵². Quando comparado a outras tarefas como a marcha e o subir uma escada, o ato de sentar e levantar exige maior força muscular e maior pico de momento articular ^{53, 54}.

Como apresenta muitos pré-requisitos mecânicos para ser executado e por estar intimamente relacionado à independência para as atividades de vida diária, o ato de sentar e levantar permite que a mobilidade de um indivíduo seja estimada pela velocidade com que realiza esta função. Ou seja, quanto maior a velocidade

maior é a mobilidade e conseqüentemente, a agilidade nas atividades de vida diária

⁵².

Bancos de madeira de 35 e 10 cm foram utilizados para a posição sentada, ajustando a posição dos joelhos em 90° de flexão para todos os participantes.

- Aplicação dos eletrodos e do eletrogoniômetro

Eletrodos foram utilizados para captação do sinal eletromiográfico e também foi utilizado um eletrogoniômetro para que a amplitude de movimento do joelho pudesse ser monitorada durante o teste. Esse equipamento permitiu que uma janela cinemática fosse estabelecida entre o ato de estar sentado e levantar.

Inicialmente, a pele do indivíduo foi limpa com álcool, com a finalidade de diminuir a sua impedância e feita a tricotomia para aumentar a fixação dos eletrodos. Um eletrodo de referência foi colocado ao redor do tornozelo no membro inferior avaliado para eliminar eventuais interferências.

O músculo escolhido para análise da eletromiográfica foi o terço distal do músculo vasto lateral do membro inferior direito. Visando a estabilidade do sinal eletromiográfico, o posicionamento dos eletrodos foi entre o ponto motor e o tendão distal do músculo avaliado, com 20 mm de distância entre o centro dos eletrodos. A direção do posicionamento dos eletrodos foi no sentido da orientação das fibras musculares, já que o potencial de ação possui trajetória no mesmo sentido. A localização dos pontos para aplicação dos eletrodos e todos os procedimentos para análise eletromiográfica foram realizados seguindo as orientações do SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*)⁵⁵.

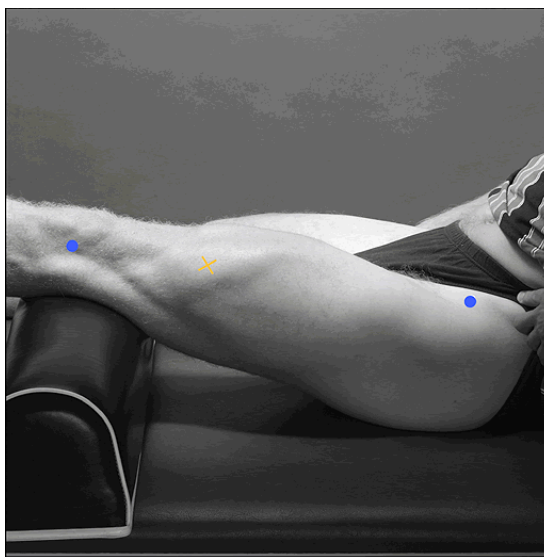


Figura 2. Localização do ponto de aplicação dos eletrodos no músculo vasto lateral.

O eletrogoniômetro utilizado para identificação do arco de movimento na articulação do joelho foi posicionado com base na descrição da goniometria clínica⁵⁶ e seu uso permitiu a identificação da janela de atividade eletromiográfica a ser utilizada durante o movimento de levantar e sentar.

O eletrogoniômetro possui dois braços nas extremidades, semelhantes aos braços fixo e móvel de um goniômetro convencional. Estas hastes são fixas à pele com fitas adesivas, sendo que cada braço deve ser posicionado sobre os segmentos da articulação avaliada, ou seja, neste estudo a articulação do joelho. Um braço foi posicionado na lateral da coxa e o outro, na lateral da perna, com o sensor posicionado sobre o eixo articular, conforme instruções do fabricante.

Com o indivíduo em bipedestação à frente do banco onde foi realizado o teste foi feita a calibração do eletrogoniômetro para 0 grau de amplitude. Em seguida, com o indivíduo sentado de forma alinhada, de modo que o ângulo formado pela articulação do joelho permanecesse em 90 graus, o sistema foi

novamente calibrado para 90 graus. A figura 3 mostra o posicionamento dos eletrodos e do eletrogoniômetro no membro inferior direito.

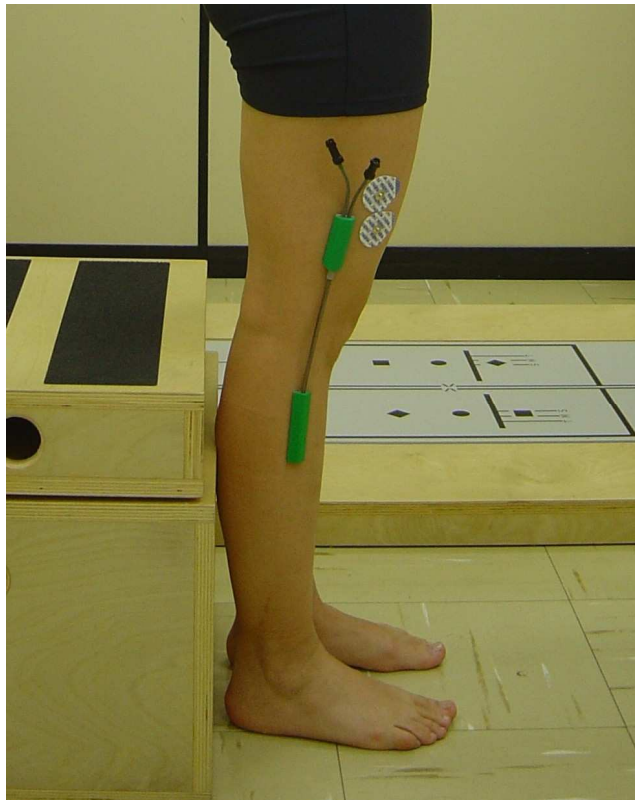


Figura 3. Posicionamento dos eletrodos e do eletrogoniômetro no membro inferior direito.

- Coleta do sinal eletromiográfico

Antes do início do teste, todos os participantes realizaram o movimento de sentar e levantar por três vezes para adaptação ao procedimento. Para padronização, todos foram orientados a sentar corretamente com apoio nos glúteos e pelve alinhada, pés paralelos acompanhando o alinhamento entre quadril e joelho. Também foram orientados a permanecerem com os membros superiores

fletidos sobre o tronco, mantendo a coluna ereta durante todo o teste, reduzindo assim, a possibilidade de inclinação anterior do tronco.

Todos foram instruídos a realizar o movimento repetidamente, numa velocidade confortável, até o ponto de exaustão⁵⁷.

A coleta da eletromiografia foi realizada no membro inferior direito durante o teste de sentar e levantar em três momentos denominados T1, T2 e T3.

- T1: tempo inicial da atividade. Os sujeitos foram orientados a iniciar o movimento de sentar e levantar numa velocidade confortável. Uma coleta de seis segundos foi realizada e utilizando a escala de Borg, relataram o grau de esforço percebido.

- T2: após um minuto da atividade contínua de sentar e levantar, nova coleta eletromiográfica foi realizada e novamente questionado o grau de esforço percebido com a escala de Borg.

- T3: após a exaustão uma nova coleta eletromiográfica foi realizada e registrado o grau de esforço percebido com a escala de Borg. Para essa última coleta os participantes foram orientados a comunicar o momento em que seria necessário interromper o teste imediatamente antes de parar. Desta forma, foi possível realizar o último registro eletromiográfico.

Com o auxílio de um segundo examinador, o tempo e número total de repetições foram computados, permitindo o cálculo da velocidade de realização do teste. A figura 4 apresenta o posicionamento dos sujeitos durante o teste.

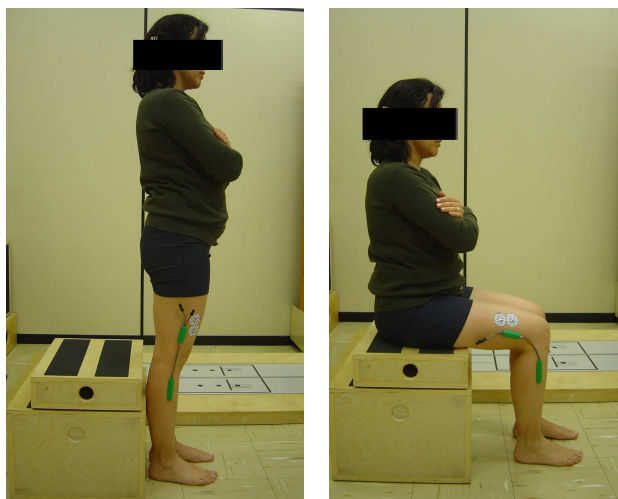


Figura 4. Posicionamento dos sujeitos para o teste de sentar e levantar.

O esquema apresentado na Figura 3 demonstra os três momentos de coleta dos dados.

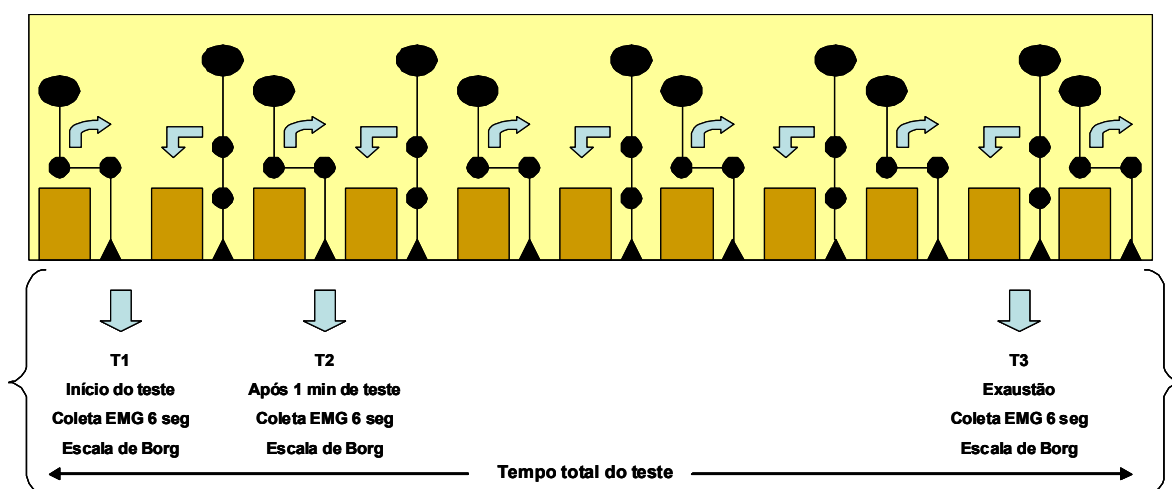


Figura 5. Ilustração do teste de sentar e levantar e coletas eletromiográficas realizadas nos instantes T1, T2 e T3.

2.5 Análise dos dados

Inicialmente os sinais eletromiográficos foram obtidos com o amplificador de oito canais e conversor analógico-digital da marca *EMG System* do Brasil – 800C,

com de 12 bits de resolução, interfaciado com um computador e programa de aquisição de dados *AqDaq 5.0 – EMG System do Brasil*. A coleta de dados foi realizada com ganho de amplificação total de 1000 vezes e filtro passa-banda de 20 (passa alta) a 500 Hz (passa baixa).

Como o teste foi realizado continuamente, durante os seis segundos de coleta foram realizados em média três ciclos do ato de sentar e levantar. O critério de escolha do ciclo para análise foi a sua posição na janela de coleta. Na maioria dos casos ocorreram três ciclos e foi selecionado o ciclo central. Nos casos em que ocorreram dois e quatro ciclos, foi selecionado o ciclo mais central à direita, conforme a figura 6.

Os dados gráficos gerados pelo eletrogoniômetro permitiram a identificação do arco de movimento da articulação do joelho durante a coleta eletromiográfica no ciclo de sentar e levantar. Desta forma, foi possível selecionar para a análise o trecho compreendido entre o momento inicial do movimento (90° de flexão do joelho) e o final (0° de extensão do joelho), ou seja, foi selecionado o momento da contração concêntrica do músculo vasto lateral.

Após o recorte da janela do sinal de interesse, os dados foram salvos no formato txt e analisados por meio do MatLab versão 7.0 e por rotinas elaboradas para uso neste software. A figura 6 apresenta a janela de aquisição dos dados eletromiográficos durante os seis segundos de coleta, com 3 ciclos de sentar e levantar.

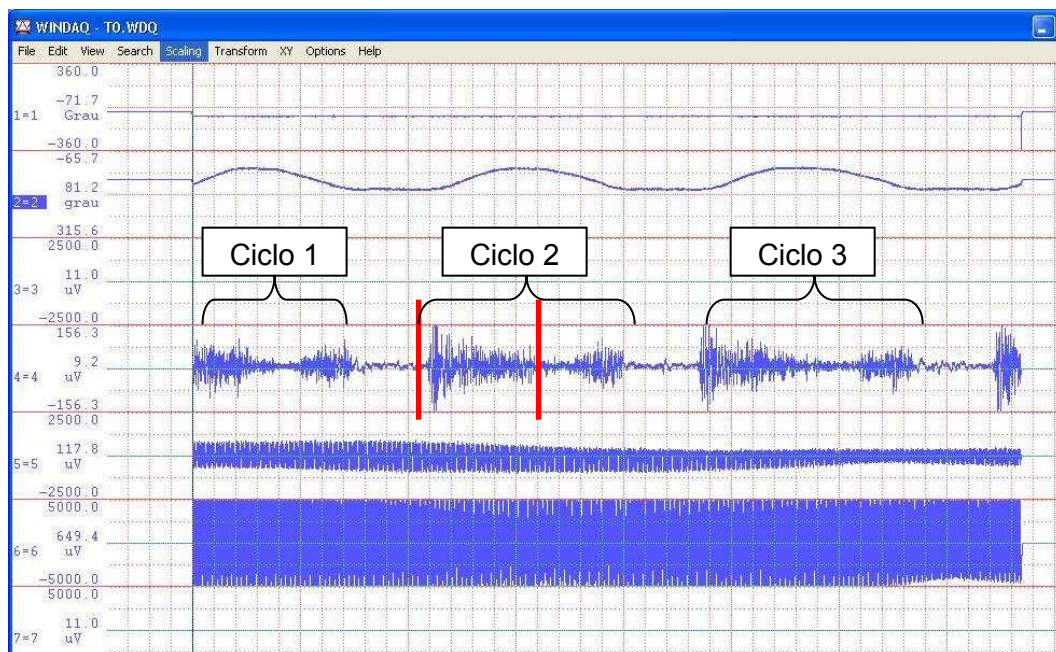


Figura 6. Três ciclos obtidos na coleta eletromiográfica de 6 segundos no instante T1. Em vermelho, o trecho recortado do sinal correspondente à contração concêntrica do ciclo mais central.

A primeira rotina utilizada foi para identificar o espectro de potência do sinal recortado, com dados sobre o tempo no eixo x, frequência no eixo y e intensidade no eixo z. Desta forma, foi possível visualizar no gráfico em 3D o instante em que o sinal eletromiográfico foi mais potente, conforme mostra a figura 7.

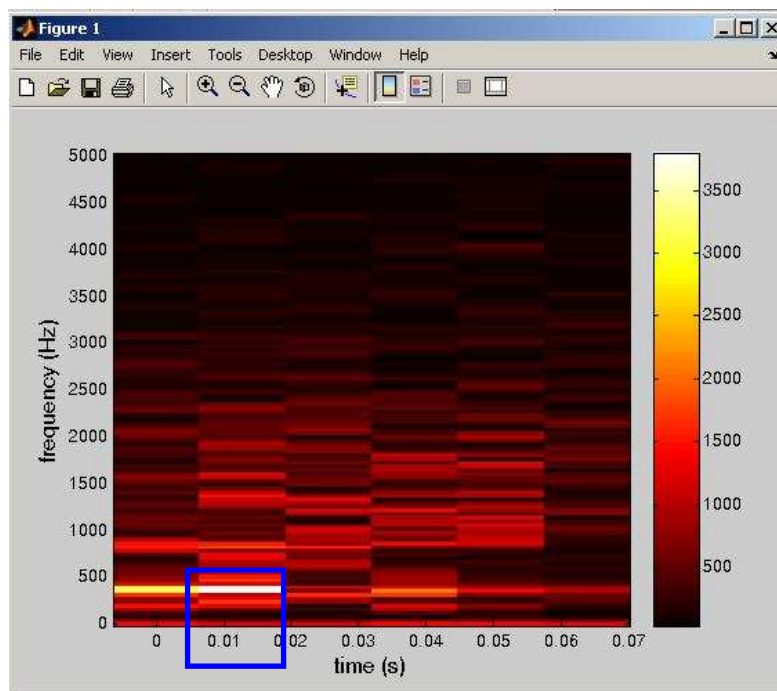


Figura 7. Espectrograma de potência do trecho do sinal eletromiográfico recortado, mostrando a variação da potencia do sinal ao longo do tempo. Quanto mais clara a cor, mais potente o sinal.

Em seguida, foi utilizada uma rotina para a obtenção da freqüência mediana ao longo do tempo com uma janela de 200 pontos para cada intervalo de tempo. Com base nas informações obtidas com as duas rotinas, foi possível identificar o valor foi freqüência mediana no instante em que o sinal foi mais potente, conforme mostra a figura 8. O mesmo procedimento foi realizado para os três instantes da coleta e assim, foi possível detectar a variação da freqüência mediana do pico do sinal eletromiográfico nos instantes T1, T2 e T3.

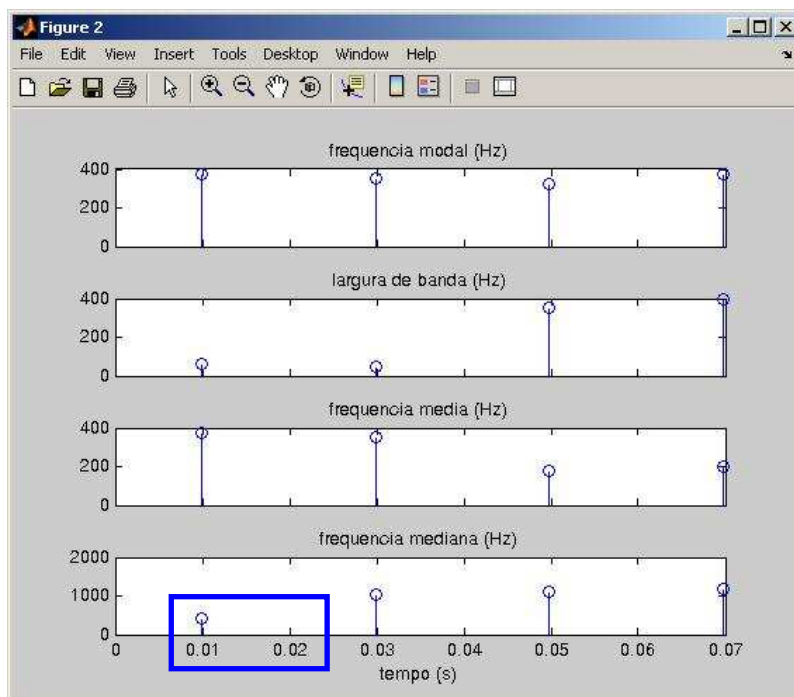


Figura 8. Parâmetros espectrais do trecho do sinal eletromiográfico analisado. Em destaque no quadro azul, a frequência mediana correspondente ao instante de maior potencia do sinal.

2.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise descritiva por meio dos cálculos de média, desvio padrão, mediana, moda e frequências, de acordo com as características das variáveis e quanto à normalidade dos dados. Também foi realizada a análise estatística inferencial adotando-se nível de significância de 5%.

As variáveis foram testadas com relação à normalidade por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e todas as variáveis apresentaram distribuição normal. Para análise das variáveis demográficas foi utilizado o Teste t, assim como para os sintomas da fibromialgia e características da dor (escalas de razão). Variáveis demográficas de escala nominal foram tratadas com o teste qui-quadrado. A frequência mediana avaliada nos três momentos de coleta foi analisada com o teste

ANOVA para medidas repetidas e dados coletados com a Escala de Borg (escala ordinal) foram analisados como teste ANOVA de Friedman. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre a frequência mediana e as variáveis dor, dor em membros inferiores, percepção de esforço, fadiga e cansaço matinal, duração e número de repetições do teste de sentar e levantar. Foi utilizada a seguinte classificação: menor que 0,4 fraca; entre 0,4 e 0,75 moderada; acima de 0,75 alta ⁵⁸. Os programas utilizados foram Microsoft Excel 2002 e Statistica 7.0.

3. Resultados

A Tabela 1 apresenta as características da amostra. O índice de massa corporal revelou a presença de sobrepeso em ambos os grupos e também foi predominante o número de participantes classificados como ativos para o nível de atividade física.

Tabela 1. Características demográficas, clínicas, nível de atividade física, dor e sintomas da fibromialgia.

	GF (n=34)	GC (n=15)	p
Idade (anos)	47,06 (6,07)	43,53 (8,7)	0,11
Peso (kg)	65,53 (10)	67,79 (16,10)	0,94
Altura (cm)	158,56 (6,04)	160,46 (6,39)	0,04*
IMC	26,05 (3,48)	26,27 (5,23)	0,36
Anos de Estudo	8,27 (3,24)	9,93 (5,16)	0,31
Ocupação			
Serviços Gerais	29 (85%)	11 (73%)	
Técnico	4 (11%)	3 (20%)	p<0,0000**
Nível Superior	1 (4%)	1 (7%)	
Estado Civil			
Casada	28(82%)	5 (34%)	
Solteira	5 (14%)	7 (48%)	p<0,0000**
Divorciada	1 (4%)	1 (6%)	
Viúva	0	2 (12%)	
IPAC			
Sedentário	0	0	
Irregularmente Ativo	4 (12%)	4 (27%)	
Ativo	26 (76%)	9 (60%)	p<0,0000**
Muito Ativo	4 (12%)	2 (13%)	
Tempo de Dor (meses)	89(8-420)	0	/
Tempo de Diagnóstico (meses)	18 (1-180)	0	/
Intensidade da Dor (cm)	5,29 (2,22)	0	/
Sintomas (QIF/0-100)	62,40 (19,20)	23,50 (12,50)	p<0,0000*
Fadiga (0-10)	8,52 (1,10)	1,65 (1,20)	p<0,0000*
Cansaço (0-10)	8,24 (1,33)	0,84 (0,98)	p<0,0000*

GF: Grupo Fibromiálgico / GC: Grupo Controle

IMC: Índice de massa corporal.

IPAC: Questionário internacional do nível de atividade física.

QIF: Questionário do Impacto da Fibromialgia.

* Estatisticamente significativo para $p \leq 0,05$ no teste t.

* *Estatisticamente significativo para $p \leq 0,05$ no teste Qui-quadrado.

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos durante o protocolo de indução da fadiga. Na avaliação intra-grupo, a frequência mediana (MDF) diminuiu nos três momentos ($p < 0,0000$) ao longo do teste e entre os grupos, apenas no momento T3 foi significativamente menor no grupo de fibromialgia ($p = 0,04$). A percepção de esforço foi referida como *ligeiramente cansativo* pelo grupo fibromiálgico e *fácil* no controle em T2 ($p = 0,0001$).

Tabela 2. Frequência mediana nos instantes T1, T2 e T3, velocidade do movimento, número total de repetições, tempo total do teste e escala de Borg obtidos durante o protocolo de indução da fadiga.

	Fibromialgia (n=34)	Controle (n=15)	p
MDF T1 (Hz)	339,05 (34,41)	324,97 (47,74)	0,27
MDF T2(Hz)	259,88 (33,62)	258,28 (26,38)	0,87
MDF T3 (Hz)	167,87 (50,75)	199,59 (31,99)	0,04**
n° repetições/segundo			
Intervalo T1-T2	0,34 (0,09)	0,39 (0,52)	0,06
Intervalo T2-T3	0,28 (0,09)	0,35 (0,06)	0,01*
Intervalo T1-T3	0,31 (0,10)	0,35 (0,05)	0,06
Total repetições	40,83 (13,24)	83,40 (31,47)	$p < 0,0000^*$
Tempo total teste (seg)	121,17(9,44)	227,93 (69,82)	$p < 0,0000^*$
Escala de Borg T1	9 (7-15)	9 (7-11)	0,06
Escala de Borg T2	13 (9-17)	9 (9-15)	0,00#
Escala de Borg T3	17 (13-19)	15 (15-19)	0,16

MDF: Frequência mediana em Hertz.

* Valores expressos em média e desvio padrão. Estatisticamente significativo $p \leq 0,05$ no teste t.

** Valores expressos em média e desvio padrão. Estatisticamente significativo $p \leq 0,05$ no Teste ANOVA para Medidas Repetidas.

Valores expressos em moda, mínimos e máximos. Estatisticamente significativo para $p \leq 0,05$ no teste ANOVA de Friedman.

A figura 9 apresenta a variação da frequência mediana ao longo do tempo, nos três momentos da coleta eletromiográfica.

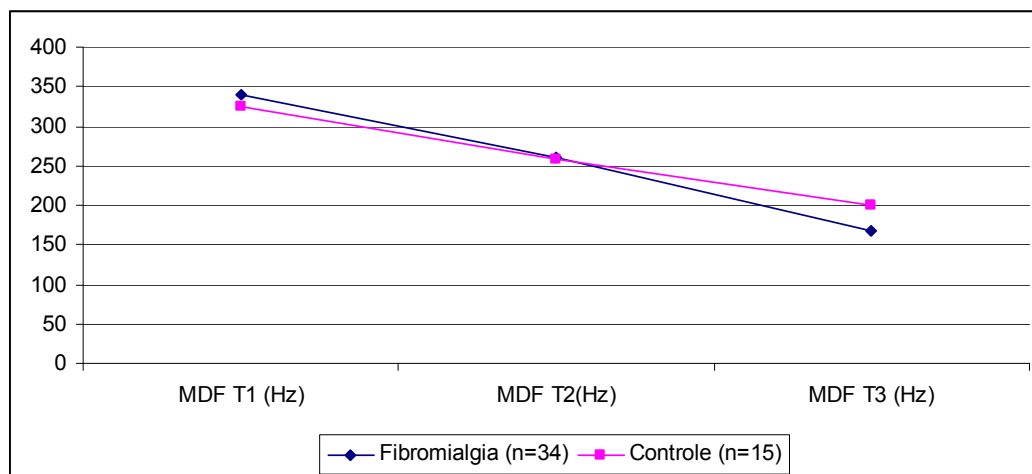


Figura 9. Gráfico da variação da frequência mediana nos três momentos da coleta eletromiográfica.

A Tabela 3 apresenta os dados da correlação entre MDF em T3 e a dor, dor em membros inferiores, percepção de esforço, fadiga e cansaço matinal, duração e número de repetições do teste de sentar e levantar. Houve correlação da MDF com dor, relato de esforço, fadiga, cansaço matinal, duração e número de repetições no teste de sentar e levantar.

Tabela 3. Correlação da frequência mediana em T3 com a dor, relato de esforço percebido, fadiga, cansaço matinal, duração e número total de repetições no teste de sentar e levantar.

	Correlação de Pearson (r)	p
EVA Dor (cm)	-0,33	0,01*
EVA Dor MMII (cm)	-0,40	0,00*
Borg T1	-0,32	0,02*
Borg T2	-0,20	0,16
Borg T3	-0,08	0,54
Fadiga - QIF (0-10)	-0,30	0,03*
Cansaço - QIF (0-10)	-0,28	0,04*
Duração do teste (seg)	0,43	0,00*
Nº total repetições	0,38	0,00*

EVA: escala visual analógica

MMII: membros inferiores

QIF: Questionário do Impacto da Fibromialgia

4. Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar a fadiga muscular em membros inferiores de fibromiálgicos e indivíduos controles por meio da eletromiografia de superfície durante o teste de sentar e levantar e os dados apontam que o grupo fibromiálgico apresentou sinais de fadiga precocemente, demonstrado pela diminuição da frequência mediana no último instante do teste e pelo relato de maior esforço percebido quando comparados aos controles.

Nas duas últimas décadas, desde a definição dos critérios de classificação da fibromialgia pelo ACR ¹, muitos estudos quantificaram os sintomas e seu impacto na qualidade de vida dos pacientes ^{28, 29, 30, 31} sendo o relato de fadiga um dos mais freqüentes e intensos, inclusive descrito como o principal fator de declínio na qualidade de vida no período pós-menopausa ⁵⁹.

No entanto, a maior parte dos estudos abordou a fadiga por meio de escalas e questionários e os poucos estudos que investigaram aspectos biomecânicos, avaliaram a fadiga muscular por meio da análise eletromiográfica durante contrações isométricas máximas ^{38, 40}, que pouco caracterizam as atividades de vida diária mais comuns.

O uso da eletromiografia de superfície tem sido cada vez mais empregado para o estudo da fadiga muscular devido às suas vantagens, como por exemplo, ser um método não invasivo, ter fácil aplicabilidade, permitir monitoramento da fadiga em tempo real durante o exercício ou outra atividade desenvolvida, a capacidade de avaliação de um músculo específico e pela possibilidade de estabelecer correlações com dados bioquímicos e fisiológicos durante o processo

Os dados apontam que houve uma redução na frequência mediana em ambos os grupos ao longo do teste. O declínio da frequência mediana durante contrações fatigantes é tido como uma medida objetiva do processo de fadiga muscular^{61, 62} e nossos dados estão de acordo com estudos que demonstraram que em indivíduos saudáveis, há uma redução da frequência mediana do sinal eletromiográfico mediante uma contração muscular fatigante³².

A literatura aponta que, com a instalação da fadiga muscular, é possível observar pela eletromiografia, uma elevação da amplitude do espectro de potência do sinal devido a um recrutamento de maior número de unidades motoras ou por uma melhora na sincronização entre elas. Também é possível observar o deslocamento do espectro para baixas frequências, o que ocorreria por uma redução nas taxas de disparo, mudanças na sincronização da contração e diminuição na velocidade de condução^{32, 34}.

Essas alterações características que podem ser identificadas pela eletromiografia nos domínios do tempo e frequência quando um músculo encontra-se num processo de desenvolvimento de fadiga ocorre pela associação de fatores fisiológicos e biomecânicos nas unidades motoras.

A composição de fibras musculares para cada músculo pode explicar, em parte, o comportamento dos músculos em situações de fadiga. Em condições normais, músculos que possuem maior quantidade de fibras do tipo I são mais resistentes à fadiga, ou seja, apresentam menos sinais elétricos de fadiga. Músculos com maior proporção de fibras do tipo II podem ser mais potentes, mas são menos resistentes à fadiga⁶³.

Estudos conduzidos com a biópsia muscular em diferentes músculos de fibromiálgicos mostraram a presença de atrofia das fibras do tipo II em diferentes regiões⁶⁴. Numa revisão, Bengtsson et al.⁶⁵ relataram anormalidades nas fibras do

tipo I como uma maior quantidade de fibras com distribuição desigual e proliferação de mitocôndrias, assim como a presença de hipotrofia nas fibras do tipo II.

McIver et al.⁶⁶ encontraram aumento da concentração de lactato no músculo vasto lateral de pacientes fibromiálgicos, com fluxo sanguíneo reduzido durante uma atividade e os autores apontam que tais alterações poderiam explicar a resistência diminuída das fibras, já que o aporte de energia para os músculos estaria comprometido.

Alguns estudos demonstraram que a micro circulação muscular pode estar alterada nos pacientes fibromiálgicos. A redução da densidade capilares sanguíneos no músculo trapézio foi apresentada previamente⁶⁷, assim como a vasoconstrição na pele localizada sobre os tender points⁶⁸, sugerindo que o aporte de oxigênio estaria comprometido, prejudicando o desempenho muscular em situações de maior demanda.

Uma possível explicação para a fadiga muscular na fibromialgia seria uma estratégia alterada de recrutamento muscular durante uma contração sustentada⁶⁹. Alguns mecanismos são discutidos na literatura sobre as estratégias para prevenção da fadiga muscular. Uma delas seria a alternância ou substituição de unidades motoras ativas, o que poderia prevenir a fadiga durante contrações prolongadas^{70, 71}.

Outro mecanismo sugerido seria um processo de reversão recíproca de regiões musculares ativas num único músculo^{72, 73, 74}. Falla et al.⁷⁵ observaram um aumento na ativação da porção cranial do músculo trapézio, comparado com a porção caudal em indivíduos saudáveis quando comparados aos fibromiálgicos. Tais alterações sugerem que esses mecanismos preventivos poderiam estar ausentes ou pouco ativos nos fibromiálgicos e são sustentadas pelo estudo de Gerdle et al.⁷⁶ que também verificou uma menor alternância entre regiões ativas no

músculo trapézio dos pacientes durante uma contração sustentada com baixa carga, associada à diminuição da frequência mediana.

Quando comparamos a frequência mediana nos três momentos do teste entre os dois grupos, foi observado que o valor no último instante foi significativamente menor no grupo fibromiálgico, o que nos sugere um sinal de manifestação de fadiga mais precoce nesse grupo. Dados sobre a fadiga muscular foram apresentados previamente na literatura com base nas contrações isométricas voluntárias máximas^{33, 77}, o que dificulta a comparação com a metodologia do nosso estudo, em que foi adotada uma situação dinâmica, com carga submáxima⁴². Outra dificuldade encontrada é a variabilidade de músculos estudados e metodologia utilizada^{40, 76}.

No estudo conduzido por Casale et al.⁴⁰ foi realizada avaliação da fadiga muscular pela análise da velocidade de condução nervosa obtida pela eletromiografia de superfície durante contrações musculares voluntárias e evocadas por estímulo elétrico no músculo bíceps braquial. Os autores encontraram que os fibromiálgicos apresentaram padrão de contração muscular alterado durante contrações voluntárias, associado a poucas manifestações de fadiga muscular. No entanto, nenhuma alteração foi encontrada nas contrações provocadas eletricamente, sugerindo que as mesmas podem ser o resultado de uma falha no controle motor e não de alterações na membrana da célula muscular.

No estudo conduzido por Bazzich et al.³⁸ fibromiálgicos e controles foram submetidos à avaliação eletromiográfica de superfície no músculo tibial anterior e na porção distal do músculo vasto medial durante contrações isométricas. A fadiga muscular foi avaliada pela taxa de declínio da frequência mediana e pela velocidade de condução do sinal eletromiográfico. Os autores encontraram que os parâmetros da frequência mediana, velocidade de condução nervosa e o índice de fadiga,

calculado pela taxa de redução da frequência mediana ao longo do tempo, foram todos reduzidos nos fibromiálgicos, sugerindo uma possível atrofia das fibras do tipo II.

O número de repetições do ato de sentar e levantar no intervalo de tempo entre o início e o primeiro minuto do teste não foi diferente nos grupos, o que nos sugere que o comando para a realização da atividade numa velocidade confortável foi eficaz. Porém, após o primeiro minuto, o grupo fibromialgia relatou o nível de esforço como *relativamente cansativo* e o grupo controle como *fácil*, com diferença estatística significativa, mesmo sem alteração na atividade muscular, dada pela frequência mediana em T2.

Valkeinen et al ⁵⁹ encontraram resultados semelhantes quando os sujeitos controles realizaram o teste ergométrico com tempo e sobrecarga muito maior que os fibromiálgicos, mas com o mesmo consumo de oxigênio. Ou seja, para uma atividade de baixo grau de dificuldade, os pacientes se comportaram como os sujeitos controles em níveis mais elevados de esforço. Isto pode ser explicado em parte pelo grau de percepção do esforço nos fibromiálgicos, que pelo medo do movimento ou como uma atitude protetora, podem interpretar de forma diferente um mesmo estímulo. Em contra partida, a falta de condicionamento físico pode ser responsável pela maior percepção de esforço, já que é bem estabelecido que os fibromiálgicos apresentam um ciclo de dor e inatividade que se perpetua ³³.

Em nosso estudo foi verificada correlação fraca da frequência mediana observada em T3 e a dor, o relato de esforço percebido em T1, fadiga, o cansaço matinal e o número total de repetições. Também foi verificada uma correlação moderada para a frequência mediana em T3 e a dor nos membros inferiores e para a duração do teste.

Como os grupos foram semelhantes para os principais fatores (IMC, nível de atividade física e ocupação) que poderiam interferir no desempenho físico durante o teste de sentar e levantar, os dados sugerem que o nível de fadiga pode estar relacionado à dor.

Falla et al.⁷⁵ demonstraram que a dor no músculo trapézio afeta a distribuição da atividade muscular e modifica o processo de adaptação normal à fadiga em mulheres fibromiálgicas durante contrações mantidas. Os autores também demonstraram que o mesmo comportamento foi observado em controles saudáveis após exposição a um estímulo doloroso gerado por aplicação intra muscular de uma solução salina hipertônica. Vollestad e Mengshoel⁷⁸ discutem que a teoria da adaptação à dor poderia ser aplicada aos fibromiálgicos, em que ocorreria um mecanismo protetor dos músculos doloridos contra uma ativação potencialmente lesiva ou dolorida⁷⁹.

Os dados obtidos na análise de correlação indicam que, o teste de sentar e levantar poderia ser usado para identificar os fibromiálgicos com maior propensão ao desenvolvimento de sinais precoces de fadiga muscular. Isto seria relevante quando considerada a inserção dos indivíduos em programas de atividade física ou de reabilitação. Apesar dos valores obtidos nas correlações terem sido moderados, estudos com amostras maiores poderiam permitir correlações mais consistentes.

Implicações Clínicas

Como os fibromiálgicos apresentam sinais precoces de fadiga muscular e referem um esforço muito maior do que indivíduos assintomáticos para fazer uma atividade, isto deve ser considerado na prescrição de exercícios físicos para tratamento dos sintomas. Intervalos de descanso, tempo das sessões, intensidade

e carga dos exercícios deverão ser controlados. Atenção especial deverá ser dada para a dor, já que pode estar relacionada à presença de fadiga.

5. Conclusão

Os fibromiálgicos apresentam sinais precoces de fadiga com diminuição da frequência mediana e baixo desempenho na atividade funcional de sentar e levantar e relato de esforço maior para uma mesma atividade quando comparados a indivíduos assintomáticos. Embora as alterações na atividade muscular sejam evidentes apenas no momento final do teste, coincidindo com a incapacidade de continuar a atividade, os fibromiálgicos já referiam cansaço no estágio anterior, com correlação moderada entre o sinal de fadiga e a dor.

6. Anexos

6.1 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

6.2 Ficha de avaliação

6.3 Questionário do Impacto da Fibromialgia

6.4 Questionário Internacional do Nível de Atividade Física

6.5 Escala de Borg

Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS

DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

NOME:
 DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F
 DATA NASCIMENTO:/...../.....
 ENDEREÇO Nº APTO:
 BAIRRO: CIDADE
 CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Análise eletromiográfica da fadiga muscular em membros inferiores de indivíduos fibromiálgicos durante atividade funcional e sua relação com o controle postural.

PESQUISADOR: Juliana Ferreira Sauer

CARGO/FUNÇÃO: Mestranda

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº CREFITO 3/91364-F

UNIDADE DO HCFMUSP: Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "**Análise eletromiográfica da fadiga muscular em membros inferiores de indivíduos fibromiálgicos durante atividade funcional e sua relação com o controle postural.**"

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do participante _____

Assinatura do Pesquisador _____

DATA _____

Anexo 2: Protocolo de Avaliação de Fisioterapia: Fibromialgia

Data: ___/___/___/

1. Dados do(a) paciente:

Nome Completo:		
Endereço:		
Tel (res):	Cel:	Tel (com. ou outro):
Idade: anos	Sexo: () F () M	Cor: () B () P () N
Peso: Kg	Altura: m	IMC: Kg/m ²
Ocupação:		
Anos de estudo:		
Estado Civil: () Casado(a) () Solteiro(a) () Separado(a) () Viúvo(a) () Outro		
Diagnóstico Médico:		
Medicamentos em uso:		
Acuidade Visual – Indicação p/ uso de óculos: () sim () não		
Miopia () () Hipermetropia () Astigmatismo () Presbiopia (vista cansada)		

2. História

Tempo de dor:	Tempo de diagnóstico de FM:
Fator desencadeante: () sim () não / qual? () emocional () físico	
Locais de dor: 1) 2) 3)	
Fatores de melhora:	
Fatores de piora:	
Tratamentos já realizados:	
Atividade física: () sim () não / Qual ?	Frequência:
Cirurgias prévias:	
Doenças associadas:	

3. Tontura: () sim () não

Frequência:

Fatores associados

4. Queda no último ano? () sim () não Quantas ?

5. Escala Analógica Visual da Dor

“Marque na linha abaixo onde está a dor que você está sentindo agora.”

Sem dor

Dor insuportável

6. Limiar de dor nos Tender Points:

D	E	<i>tender points</i>
		base do occipital
		cervical baixa anterior entre C5-C7
		Trapézio
		Supraespinhoso
		segunda articulação costochondral
		epicôndilo lateral
		Glúteos
		trocânter maior
		borda medial dos joelhos

Anexo 3: Questionário do Impacto da Fibromialgia

QUESTIONÁRIO SOBRE O IMPACTO DA FIBROMIALGIA (QIF)

ANOS DE ESTUDO:

1- Com que frequência você consegue:	Sempre	Quase sempre	De vez em quando	Nunca
a) Fazer compras	0	1	2	3
b) Lavar roupa	0	1	2	3
c) Cozinhar	0	1	2	3
d) Lavar louça	0	1	2	3
e) Limpar a casa (varrer, passar pano etc.)	0	1	2	3
f) Arrumar a cama	0	1	2	3
g) Andar vários quarteirões	0	1	2	3
h) Visitar parentes ou amigos	0	1	2	3
i) Cuidar do quintal ou jardim	0	1	2	3
j) Dirigir carro ou andar de ônibus	0	1	2	3

Nos últimos sete dias:

2- Nos últimos sete dias, em quantos dias você se sentiu bem?

0 1 2 3 4 5 6 7

3- Por causa da fibromialgia, quantos dias você faltou ao trabalho (ou deixou de trabalhar, se você trabalha em casa)?

0 1 2 3 4 5 6 7

4- Quanto a fibromialgia interferiu na capacidade de fazer seu serviço:



Não interferiu



Atrapalhou muito

5- Quanta dor você sentiu?



Nenhuma



Muita dor

6- Você sentiu cansaço?



Não



Sim, muito

7- Como você se sentiu ao se levantar de manhã?



Descansado/a



Muito cansado/a

8- Você sentiu rigidez (ou o corpo travado)?



Não



Sim, muita

9- Você se sentiu nervoso/a ou ansioso/a?



Não, nem um pouco



Sim, muito

10- Você se sentiu deprimido/a ou desanimado/a?



Não, nem um pouco



Sim, muito

Anexo 4: Questionário Internacional do Nível de Atividade Física

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.

Para responder às questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder às perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

____ dias por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA**)

____ dias por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

____ dias por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

Anexo 5: Escala de Borg

6	-
7	Muito fácil
8	-
9	Fácil
10	-
11	Relativamente fácil
12	-
13	Ligeiramente cansativo
14	-
15	Cansativo
16	-
17	Muito cansativo
18	-
19	Exaustivo
20	-

7. Referências Bibliográficas

1. Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the multicenter criteria committee. *Arthritis Rheum* 1990;33:160-72.
2. Martinez JE, Atra E, Ferraz MB, Silva PSB. Fibromialgia: aspectos clínicos e sócio-econômicos. *Rev Bras Reumatol* 1992;32:225-30.
3. Henriksson C, Burckhardt C. Impact of fibromyalgia on a everyday life: a study of women in UAS and Sweden. *Disabil and Rehabil* 1996;18:241-8.
4. Kivimäki M, Leino-Arjas P, Kaila-Kangas L, Virtanen M, Elovainio M, Puttonen S, Keltikangas-Järvinen L, Pentti J, Vahtera J. Increased absence due to sickness among employees with fibromyalgia. *Ann Rheum Dis* 2007;66:65-9.
5. White KP, Nielson W, Harth M. Physiological distress and healthcare seeking behavior: caution warranted in interpreting data. *J Rheumatol* 1999;26:244-6.
6. Davis MC, Zautra AJ, Reich JW. Vulnerability to stress among women in chronic pain from fibromyalgia and osteoarthritis. *Ann Behav Med* 2001;23:215-26.
7. Caidahl K, Lurie M, Bake B, Johansson G, Wetterqvist H. Dispnoea in chronic primary fibromyalgia. *J Inter Med* 1989;226:265-70.
8. Weiss DJ, Kreck T, Albert RK. Dyspnea resulting from fibromyalgia. *Chest* 1998;113:246-9.
9. Wolfe F, Ross K, Anderson J, Russell IJ, Hebert L. The prevalence and characteristics of fibromyalgia in the general population. *Arthritis Rheum* 1995;38:19-28.

- 10 Kosek E, Ekholm J, Hansson P. Sensory dysfunction in fibromyalgia patients with implications for pathogenic mechanisms. *Pain* 1996;68:375-83.
- 11 Clauw DJ, Chrousos GP. Chronic pain and fatigue syndromes: overlapping clinical and neuroendocrine features and potential pathogenic mechanisms. *Neuroimmunomodulation* 1997;4:134-53.
12. Buskila D, Neumann L, Hazanov I, Carmi R. Familial aggregation in the fibromyalgia syndrome. *Semin Arthritis Rheum*. 1996;26:605-11.
13. Arnold LM, Hudson JI, Hess EV, Ware AE, Fritz DA, Auchenbach MB, et al. Family study of fibromyalgia. *Arthritis Rheum*. 2004;50:944-52.
14. Cavalcante AB, Sauer JF, Chalot SD, Assumpção A, Lage LV, Matsutani LA, et al. A prevalência de fibromialgia: uma revisão de literatura. *Rev Bras Reumatol* 2006;46(1):40-8.
15. White KP, Speenchley M, Harth M, Ostbye T. Comparing self-reported function and work disability in 100 community cases of fibromyalgia syndrome versus controls in London, Ontario. *Arthritis Rheum* 1999;42:76-83.
16. Neumann L, Buskila D. Quality of life and physical functioning of relatives of fibromyalgia patients. *Semin Arthritis Rheum* 1997;26:834-9.
17. Kassam A, Patten SB. Major depression, fibromyalgia and labour force participation: a population-based cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:4.
18. McCain GA, Cameron R, Kennedy JC. A problem of long term disability payments and litigation in primary fibromyalgia: the Canadian perspective. *J Rheumatol* 1989;16(S19):174-6.
19. Hughes G, Martinez C, Myon E, Tai'eb, C, Wessely S. The Impact of a Diagnosis of Fibromyalgia on Health Care Resource Use by Primary Care Patients in the UK: An Observational Study Based on Clinical Practice. *Arthritis Rheum* 2006;54:177-83.

20. Glaus A, Crow R, Hammond S: A qualitative study to explore the concept of fatigue/tiredness in cancer patients and in healthy individuals. *Eur J Cancer Care (Engl)* 1996;5:8-23.
21. Dittner AJ, Wessely SC, Brown RG: The assessment of fatigue: A practical guide for clinicians and researchers. *J Psychosom Res* 2004;56:157-70.
22. Mengshoel AM, Saugen E, Forre O, Vollestad NK. Muscle fatigue in early fibromyalgia. *J Rheumatol* 1995;22(1):143-50.
23. Nilsen KB, Westgaard RH, Stovner LJ, Helde G, Rø M, Sand TH. Pain induced by low-grade stress in patients with fibromyalgia and chronic shoulder/neck pain, relation to surface electromyography. *Eur J Pain* 2006;10:615–27.
24. Goldenberg DL, Burckhardt C, Crofford L. Management of Fibromyalgia Syndrome. *JAMA* 2004;292(19):2388-95.
25. Ades PA, Savage PD, Cress ME, et al. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Med Sci Exerc Sports* 2003;35:1265–70.
26. Haun MVA, Ferraz MB, Pollak DF. Validação dos Critérios do Colégio Americano de Reumatologia (1990) para a classificação da Fibromialgia em uma população brasileira. *Rev Bras Reumatol* 1999;39:221-30.
27. Neumann L, Berzak A, Buskila D. Measuring Health Status in Israeli Patients With Fibromyalgia Syndrome and Widespread Pain and Healthy Individuals: Utility of the Short Form 36-Item Health Survey (SF-36). *Semin Arthritis Rheum* 2000;129(6):400-8.
28. Nöller V and Sprott H. Prospective Epidemiological Observations on the Course of the Disease in Fibromyalgia Patients. *J Negat Results Biomed* 2003;2:4.
29. Pagano T, Matsutani LA, Ferreira EAG, Marques AP, Pereira CAB. Assessment of anxiety and quality of life in fibromyalgia patients. *São Paulo Med J* 2004;122(6):252-8.

30. Bennett RM, Jones J, Turk DC, Russell J, Matallana L. An internet survey of 2,596 people with fibromyalgia. *BMC Muscleskelet Disord* 2007;8(27):1-11.
31. Katz RS, Wolfe F, Michaud K. Fibromyalgia Diagnosis: A Comparison of Clinical, Survey, and American College of Rheumatology Criteria. *Arthritis Rheum* 2006;54(1):169-76.
32. Vollestad, NK. Measurement of human muscle fatigue. *J Neurosci Methods* 1997;74,219–27.
33. Panton LB, Kingsley JD, et al. A comparison of physical functional performance and strength in women with fibromyalgia, age- and weight- matched controls, and older women who are healthy. *Phys Ther* 2006;11:1479-88.
34. De Luca, C.J. The use of surface electromyography in Biomechanics. *J Appl Biomech* 1997;13:135-63.
35. Yassierli and Nussbaum. Muscle fatigue during intermittent isokinetic shoulder abduction: Age effects and utility of electromyographic measures. *Ergonomics* 2007;50(7):1110-26.
36. Merletti R, Parker PA. Electromyography, physiology, engineering and noninvasive applications. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.
37. Farina D, Pozzo M, Merlo E, Bottin A, Merletti R. Assessment of muscle fiber conduction velocity from surface EMG signals during fatiguing dynamic contractions. *IEEE Trans. Biomed. Eng* 2004;51(8):1383-93.
38. Bazzichi L, Dini M, Rossi A, Corbianco S, De Feo F, Giacomelli C, et al. Muscle modifications in fibromyalgic patients revealed by surface electromyography (SEMG) analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2009, 10:36 doi:10.1186/1471-2474-10-36.
39. Falla D, Andersen H, Danneskiold-Samsøe B, Arendt-Nielsen L, Farina D. Adaptations of upper trapezius muscle activity during sustained contractions in women with fibromyalgia. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:457–64.

40. Casale R, Sarzi-Puttini P, Atzeni F, Gazzoni M, Buskila D, Rainoldi A. Central motor control failure in fibromyalgia: a surface electromyography study. *BMC Musculoskelet Disord* 2009, 10:78 doi:10.1186/1471-2474-10-78.
41. Auvinet B, Bileckot R, Alix A, Chaleil D, Barrey E. Gait disorders in patients with fibromyalgia. *Joint Bone Spine* 2006;73:543-46.
42. Pierrynowski MR, Tiidus PM, Galea V. Women with fibromyalgia walk with an altered muscle synergy. *Gait Posture* 2005;22:210-18.
43. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001;81(4):1725-89.
- 44 Salavati M, Moghadam M, Ebrahimi I, Arab AM. Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait Posture* 2007;26:214–8.
- 45 Nardone A, Tarantola J, Giordano A, Schieppati M: Fatigue effects on body balance. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;105:309-20.
46. Lepers R, Bigard AX, Diard JP, Gouteyron JF, Guezennec CY: Posture control after prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol* 1997;76(1):55-61.
47. Jones KD, Burckhardt CS, Clark SR, Bennett RM, Potempa KM: A randomized controlled trial of muscle strengthening versus flexibility training in fibromyalgia. *J Rheumatol* 2002;29:1041-8.
48. Marques AP, Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Lage LV, Pereira CA. Validação da versão brasileira do Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ). *Rev Bra Reumatol* 2006;46:24-9.
49. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física e Saúde* 2001;6(2):6-18.

50. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
- 51 Burckhardt CS, Clark SR, Bennett RM. The fibromyalgia impact questionnaire: development and validation. *J Rheumatol*. 1991 May;18(5):728-33.
52. Yoshioka S, Nagano A, Hay DC, Fukasiro S. Biomechanical analysis of the relation between movement time and joint moment development during a sit-to-stand task. *Biomed Eng Online* 2009, 8:27 doi:10.1186/1475-925X-8-27.
53. Rodosky MW, Andriacchi TP, Andersson GBJ: The Influence Of Chair Height On Lower-Limb Mechanics During Rising. *J Orthop Res* 1989;7:266-71.
54. Ploutz-Snyder LL, Manini T, Ploutz-Snyder RJ, Wolf DA: Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol A* 2002;57:B144-52.
55. Hermens HJ, Freriks Ba, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10:361-74.
56. Marques AP. Manual de Goniometria. Editora Manole. 2^a Edição.
57. Vuillerme N, Anziani B, Rougier P. Trunk extensor muscle fatigue affects undisturbed postura control in young healthy adults. *Clin Biomech* 2007;22:489-94.
58. Fleiss, JL. Statistical methods for rates and proportions. 2nd ed. New York. John Willey & Sons. 1999:252.
59. Valkeinen H, Häkkinen A, Alen M, Hannonen P, Kukkonen-Harjula K, Häkkinen K. Physical Fitness in Postmenopausal Women with Fibromyalgia. *Int J Sports Med* 2008; 29:408–13.
60. Cifrek M, Medved V, Tonkovic S, Ostojic S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clin Biomech* 2009;24:327–40.

61. Elfving B, Dederig A, Németh G. Lumbar muscle fatigue and recovery in patients with long-term low-back trouble – electromyography and health-related factors. *Clin Biomech* 2003;18:619-30.
62. 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. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:31-6.
63. Farina D, Merletti R, Enoka RM: The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol* 2004;96:1486-95.
64. Kalyan-Raman UP, Kalyan-Raman K, Yunus MB, Masi AT. Muscle pathology in primary fibromyalgia syndrome: a light microscopic, histochemical and ultrastructural study. *J Rheumatol*. 1984 Dec;11(6):808-13.
65. A. Bengtsson. The muscle in fibromyalgia. *Rheumatology* 2002;41:721-4.
66. McIver KL, Evans C, Kraus RM, Ispas L, Sciotti VM, Hickner RC. NO mediated alterations in skeletal muscle nutritive blood flow and lactate metabolism in fibromyalgia. *Pain* 2006;120:161–9.
67. Lindh M, Johansson G, Hedberg M, Henning GB, Grimby G. Muscle fiber characteristics, capillaries and enzymes in patients with fibromyalgia and controls. *Scand J Rheumatol* 1995;24:34-7.
68. Jeschonneck M, Grohmann, Hein G, Sprott H. Abnormal microcirculation and temperature in skin above tender points in patients with fibromyalgia. *Rheumatology (Oxford)* 2000;39(8): 917–21.
69. Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine* 2004;29:1436-40.
70. Bawa P, Pang MY, Olesen KA, Calancie B: Rotation of motoneurons during prolonged isometric contractions in humans. *J Neurophysiol* 2006;96:1135-40.

71. Westgaard RH, De Luca CJ: Motor unit substitution in long-duration contractions of the human trapezius muscle. *J Neurophysiol* 1999;82:501-4.
72. Holtermann A, Grönlund C, Karlsson JS, Roeleveld K: Differential activation of regions within the biceps brachii muscle during fatigue. *Acta Physiol* 2008;192:559-67.
73. Chanaud CM, Pratt CA, Loeb GE: Functionally complex muscles of the cat hindlimb. V. The roles of histochemical fiber-type regionalization and mechanical heterogeneity in differential muscle activation. *Exp Brain Res* 1991;85:300-13.
74. Holtermann A, Grönlund C, Ingebrigtsen J, Karlsson JS, Roeleveld K: Duration of differential activations is functionally related to fatigue prevention during low-level contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:241-5.
75. Falla D, Andersen H, Danneskiold-Samsøe B, Arendt-Nielsen L, Farina D. Adaptations of upper trapezius muscle activity during sustained contractions in women with fibromyalgia. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:457–64.
76. Gerdle B, Grönlund C, Karlsson SJ, Holtermann A, Roeleveld K. Altered neuromuscular control mechanisms of the trapezius muscle in fibromyalgia. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:42.
77. Maquet D, Croisier JL, Dupont C, Moutschen M, Anseau M, Zeevaert B, Crielaard JM. Fibromyalgia and related conditions: Electromyogram profile during isometric muscle contraction. *Joint Bone Spine* 2010; doi:10.1016/j.jbspin.2010.02.003.
78. Vøllestad NK, Mengshoel AM. Relationships between neuromuscular functioning, disability and pain in fibromyalgia. *Disabil Rehabil* 2005;27:667–73.
79. Lund JP, Donga R, Widmer CG, Stohler CS. The painadaption model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 1991;69:683 – 694.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)