

WILLIANS CASSIANO LONGEN

**EFEITOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO E DA TERAPIA
MANUAL SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS DE
LESÃO MUSCULOESQUELÉTICA E PARÂMETROS
FUNCIONAIS EM MOTORISTAS PROFISSIONAIS COM
LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Aurino de Pinho

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L852e Longen, Willians Cassiano.

Efeitos do exercício aeróbico e da terapia manual sobre marcadores bioquímicos de lesão musculoesquelética e parâmetros funcionais em motoristas profissionais com lombalgia crônica inespecífica / Willians Cassiano Longen ; orientador : Ricardo Aurino Pinho. – Criciúma, SC : Ed. do Autor, 2013.

106 p. : il. ; 21 cm.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Criciúma, 2013.

1. Lombalgia crônica. 2. Exercícios aeróbicos. 3. Terapia manual. 4. Estresse oxidativo. I. Título.

CDD 22. ed. 616.73



UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (Mestrado e Doutorado)
Reconhecido pelo CAPES – Demandado pelo CNE – Portaria Nº 1.919 de 07/05/2008

TERMO DE APRESENTAÇÃO DE TESE

Assim, trinta e um dias do mês de julho de 2012 (31/07/12), às 17h, na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, após o cumprimento legal de comparecimento dos discentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (Mestrado e Doutorado), realizou-se a apresentação e a subsequente defesa da Tese intitulada: "Estratégias orientativas e respostas funcionais de dois marceiros na intervenção em monitoria profissional com lombalgia crônica incapacitante" do candidato WILLIANS CASSIANO LONGEN. A Banca Examinadora foi composta pelas professoras: DR. EMILIO LUIZ STRECK (Membro Relator - UNESC); DR. CLAUDIO TRODORO DE SOUZA (Membro Interno - UNESC); DR. GISLAINE TEZZA REZIN (Examinador Externo); DR. EVELIN VICENTE (Examinador Externo).

Após a apresentação, ao candidato foi entregue pela Banca Examinadora, que assim constatou o resultado final da Tese:

Trabalho aprovado

Trabalho não aprovado

Prof. Dr. EMILIO LUIZ STRECK (Membro Relator - UNESC)

Prof. Dr. CLAUDIO TRODORO DE SOUZA (Membro Interno - UNESC)

Prof. Dr. GISLAINE TEZZA REZIN (Membro - UNESC)

Prof. Dr. EVELIN VICENTE (Membro - UNESC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a oportunidade de estar em constante construção pessoal e profissional e especialmente o fato de ter noção desta necessidade. Talvez de forma não intencional mas exercendo forte influência, menciono aqui a professora do estado do Paraná Maria da Luz, minha mãe querida, que mesmo aposentada continuou, perseverou e ainda o faz, por novos e novos horizontes.

Meu agradecimento à minha esposa Daniela Vitorassi Longen e minha filha Maria Luiza Vitorassi Longen, que representam muito mais do que uma família, na verdade, uma razão de viver.

Um registro especial de agradecimento a todos os motoristas voluntários que durante mais de 1 mês se dispuseram a frequentar o LABIOMECC na Clínica de Fisioterapia da UNESC, mesmo num gelado mês de julho, viabilizando totalmente a execução deste trabalho.

Sou grato à Pontifícia Universidade Católica do Paraná que foi terreno fértil tanto na graduação como na especialização, para meu contato mais íntimo com uma das coisas que mais amo na vida que é a Fisioterapia. Daquela base formativa generalista nunca esqueço, pois viabilizou inúmeros sonhos e permitiu minha autonomia posterior para estabelecer uma relação apaixonante e irreversível com a profissão.

Agradeço imensamente à Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC que desde 2001, quando confiou na minha admissão como docente, depositou confiança e esperança de que aquele fisioterapeuta juntamente com outros profissionais, pudesse agregar de alguma forma e auxiliar na missão institucional e compromisso formativo e social dos que a procuram em busca de sonhos.

Destaco os atores do Curso de Fisioterapia da UNESC, docentes e discentes com um agradecimento muito especial por todos estes anos de convívio e crescimento pessoal e profissional. Agradeço sempre pela oportunidade em minha vida de ser professor deste curso que é motivo de grande orgulho pessoal e profissional. Bem como, a maravilhosa oportunidade de convívio, trocas de experiências e atendimento comunitário através da Clínica de Fisioterapia da UNESC.

Muito obrigado aos discentes bolsistas e voluntários do Laboratório de Biomecânica - LABIOMECC pelo período de preparação, aplicação e coleta dos dados desta pesquisa, bem como, dos inúmeros outros trabalhos já realizados e que contribuíram e contribuem para o crescimento coletivo. Da mesma forma aos membros do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício - LAFIBE.

Agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Aurino de Pinho pelo aceite desta orientação e por toda ajuda dispensada em mais esta etapa formativa.

FOLHA INFORMATIVA

UNESC, que dispõe sobre os elementos mínimos a constar na elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde da UNESC.

O trabalho está estruturado no formato tradicional de Tese (Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusão), seguindo as atuais normas da ABNT.

Os procedimentos de pesquisa referentes aos aspectos biomecânicos foram realizados no Laboratório de Biomecânica da UNESC. Os procedimentos bioquímicos foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício. Ambos os laboratórios estão situados na Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Esta Tese foi elaborada de forma a atender a Resolução 05/2012/COLEGIADO DE COORDENAÇÃO DO PPGCS /

RESUMO

A lombalgia crônica inespecífica representa uma afecção de elevada incidência, especialmente envolvendo algumas categorias profissionais. Segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), além dos componentes estrutura e função, deve-se considerar os níveis de atividade e de participação em relação às diferentes morbidades. O propósito deste estudo foi verificar as respostas sintomáticas, funcionais e bioquímicas do incremento de atividade física moderada junto a uma amostra de sujeitos com a mesma atividade ocupacional e diferentes critérios que caracterizaram seus quadros como de lombalgia crônica inespecífica. Foi utilizada em outro grupo a terapia manual como terapêutica não alopática e não invasiva frequentemente utilizada. Este estudo foi controlado e randomizado, com 22 voluntários. Utilizou-se grupo controle e foram analisadas as respostas físico funcionais, sintomáticas e bioquímicas dos efeitos do treinamento com exercício aeróbico e em outro grupo da terapia manual. Foi utilizada a Eletromiografia (EMG) dos músculos multifídeos e iliocostal lombar, a Dinamometria Lombar, o *Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ)*, a Escala Visual Analógica (EVA) de intensidade da dor, a análise da atividade das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Transaminase (AST) e Alanina Transaminase (ALT), bem como, parâmetros de dano oxidativo que envolveu a atividade de Carbonilação de proteínas, Sulfidrilas, Xilenol Laranja, além dos antioxidantes endógenos Superóxido Dismutase, Catalase e Glutaciona Peroxidase. Os dois tipos de intervenção reduziram os valores da EVA e reduziram a incapacidade no ODQ ($p < 0,05$). A força lombar aumentou somente com a terapia manual ($p < 0,05$). As enzimas relacionadas à lesão musculoesquelética AST e ALT não mostraram alteração ($p > 0,05$), sendo que a CK apresentou redução da atividade após os procedimentos com os grupos ($p < 0,05$). Os parâmetros de estresse oxidativo apontaram redução em ambos os grupos ($p < 0,05$) exceto a carbonilação de proteínas que sofreu elevação com as 4 semanas no grupo exercício. Todos os antioxidantes avaliados elevaram sua atividade ($p < 0,05$) nos dois grupos. A terapia manual mostrou resposta positiva em todos os parâmetros avaliados. A realização de atividade física com exercício aeróbico melhorou vários

indicadores biomecânicos e bioquímicos, porém o seguimento com protocolos com maior tempo de intervenção podem contribuir para melhor compreensão das respostas de estresse oxidativo.

Palavras Chave: lombalgia crônica, funcionalidade, estresse oxidativo, exercício aeróbico, terapia manual.

ABSTRACT

The chronic nonspecific back pain represents a high disease incidence especially involving some professional categories. According to the International Classification of Functioning (ICF), in addition to the components structure and function, one must consider the levels of activity and participation in relation to the various morbidities. The purpose of this study was to verify the symptomatic, functional and biochemical responses of increase moderate physical activity along with a sample of subjects with the same occupational activity and different criteria which characterised his paintings as chronic nonspecific low back pain. It was used in other manual therapy group as allopathic and not non-invasive therapy often used. This study was randomized and controlled, with 22 volunteers. Control group was used and physical functional responses were analyzed, symptomatic and biochemical effects of aerobic exercise training and another group of manual therapy. It was used the electromyography (EMG) of the multifídeos muscles and lumbar Lumbar Dynamometry, iliocostalis, the Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ), Visual Analog scale (EVA) of pain intensity, the analysis of the activity of the enzymes creatine kinase (CK), Aspartate Transaminase (AST) and Alanine Transaminase (ALT), as well as parameters of oxidative damage involving the activity of protein Carbonylation, Sulfidrilas, Xylenol Orange, in addition to the endogenous antioxidant Superoxide Dismutase, Catalase and Glutathione Peroxidase. The two types of intervention reduced the values of EVA and reduced disability in ODQ ($p < 0.05$). lumbar strength increased only with manual therapy ($p < 0.05$). Musculoskeletal injury-related enzymes AST and ALT showed no change ($p > 0.05$), and CK reduction of activity after the procedures with the groups ($p < 0.05$). Oxidative stress parameters showed reduction in both groups ($p < 0.05$) except protein carbonylation who suffered high with 4 weeks in group exercise. All antioxidants assessed increased its activity ($p < 0.05$) in both groups. Manual therapy showed positive response in all parameters evaluated. The realization of physical activity with aerobic exercise improved various biomechanical and biochemical indicators, he the following protocols with more time can contribute to understanding of oxidative stress responses.

Key Words: Low Back Pain. Functionality. Oxidative Stress. Aerobic Exercise. Manual Therapy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA EM MOTORISTAS PROFISSIONAIS	30
1.2 LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA E FUNCIONALIDADE	32
1.3 DOR E INCAPACIDADE NA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA	33
1.4 MARCADORES BIOQUÍMICOS DE LESÃO MUSCULOESQUELÉTICA	34
1.5 ESTRESSE OXIDATIVO E LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA	36
1.6 MANEJO DA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA.....	39
1.6.1 Atividade Física no Manejo da Lombalgia Crônica Inespecífica.....	40
1.7 HIPÓTESE	42
1.8 OBJETIVOS	43
1.8.1 Objetivo Geral	43
1.8.2 Objetivos Específicos.....	43
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.1 LOCAL	45
2.2 AMOSTRA	45
2.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão	45
2.3 MÉTODO.....	46
2.3.1 Avaliação da Funcionalidade	46
2.3.2 Avaliação da Dor	47
2.3.3 Avaliação da Força Lombar	47
2.3.4 Análise Eletromiográfica	48
2.3.5 Ensaio Bioquímicos.....	49
2.4 INTERVENÇÕES COM OS GRUPOS	51
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4 CONCLUSÃO	81
REFERENCIAS	82
ANEXO	98
ANEXO A	99
Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado - TCLE	99

ANEXO B.....	102
Termo de Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa - CEP	102
ANEXO C	103
Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire	103
ANEXO D	105
<i>Visual Analogue Scale - VAS</i>	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquematização da Hipotese de Estudos.....	43
Figura 2: Dinamômetro Lombar	48
Figura 3: Posicionamento dos Eletrodos de EMG nos Músculos Iliocostal Lombar e Multifídeos	49
Figura 4: Evolução da Intensidade da Dor nos Grupos Pré e Pós Intervenções	55
Figura 5: Atividade inicial de Creatina Quinase (CK) e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	61
Figura 6: Atividade de AST inicial e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	63
Figura 7: Atividade de ALT iniciais e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	65
Figura 8: Conteúdo de Carbonil no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	67
Figura 9: Atividade de Sulfidrilas (Tióis Totais) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	70
Figura 11: Atividade da Superóxido Dismutase (SOD) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$	74

Figura 12: Atividade da Catalase (CAT) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Figura 13: Atividade da Glutathione Peroxidase (GPx) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$ 77

LISTA TABELAS

Tabela 1: Caracterização da Amostra Expressos em Média e \pm Desvio Padrão.....	53
Tabela 2: Resultados dos Escores de Funcionalidade Pré e Pós Intervenções	57
Tabela 3: Força Dinamométrica Lombar Pré e Pós Intervenção.....	58
Tabela 4: Resultados EMG (RMS) do Iliocostal Lombar e Multifídeos Pré e Pós-Intervenção.....	59

1 INTRODUÇÃO

Entre os transtornos físico funcionais mais encontrados estão os que afetam a coluna vertebral, em especial os que envolvem o segmento lombar. A incidência de problemas musculoesqueléticos lombares é altíssima e representa frequente causa de incapacidade funcional, atingindo níveis expressivos na população em geral (Deyo, 1998; Dionne, 2008). De acordo com a duração, a lombalgia pode ser aguda (início súbito e duração menor do que seis semanas), subaguda (duração de seis a 12 semanas), e crônica (duração maior do que 12 semanas) (Bratton, 2009).

A lombalgia representa uma das alterações musculoesqueléticas que se caracteriza por um conjunto de manifestações dolorosas que acometem a região lombossacra. Antigamente chamada de lombalgia idiopática, pois não se achava um substrato para sua causa, hoje é denominada de lombalgia inespecífica. Esta disfunção possui repercussões em diferentes níveis (clínico funcional, psicossocial e sócio-econômico), com fortes relações com os níveis de absentismo laboral (Cecin, 2001; Airaksinen et al., 2006).

A European Guidelines For The Management of Chronic Non-Specific Low Back Pain (European Commission COST B13) entende que a lombalgia crônica inespecífica é uma disfunção que não está conectada a uma doença específica tal como infecção, tumor, osteoporose, espondilite anquilosante, fratura, processo inflamatório, síndrome radicular ou da cauda equina (Airaksinen et al., 2006).

Aproximadamente 98% das lombalgias ocorrem por lesões, geralmente temporárias, de músculos, ligamentos, ossos ou discos vertebrais. No entanto, a associação é fraca dos sintomas com os métodos de imagem e alterações anatômicas ou exames clínicos convencionais. Neste sentido, a história clínica e a observação focam a exclusão de causas graves (Videman et al., 1999; Cecin, 2001). Em países industrializados, a prevalência de dor no segmento lombar da coluna vertebral (lombalgia) é estimada em torno de 70%, com crescimento progressivo ao longo das décadas de vida (Andersson, 1999; Mortimer e Wiktorin, 2001; Smeets et al., 2006; Dionne, 2008 e NIOSH, 2010).

Cerca de 10 milhões de brasileiros já experimentaram níveis de incapacidade extrema por causa desta morbidade ao longo das últimas décadas. Em países como os Estados Unidos, a lombalgia é a causa mais comum de limitação funcional para atividades laborativas e cotidianas entre pessoas com menos de 45 anos. Representa a segunda razão mais

frequente para visitas médicas e a terceira causa de procedimentos cirúrgicos, sendo que este tipo de conduta na maioria dos casos representa a última instância de tratamento (Teixeira, 1999).

Nos registros do Sistema Único de Informações de Benefícios e dos Anuários Estatísticos da Previdência Social de 2007, foram concedidos 10.839 benefícios de aposentadoria por invalidez, referentes à dor na coluna vertebral. Da mesma forma, a dor idiopática na coluna foi a primeira causa de invalidez em 2007, sendo que a maioria dos beneficiários residia em áreas urbanas, em detrimento do que antigamente prevalecia envolvendo as comunidades rurais (Meziat Filho, 2010).

1.1 LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA EM MOTORISTAS PROFISSIONAIS

A lombalgia mecânica comum ou lombalgia inespecífica representa grande parte da dor referida pela população. O corpo humano tem centro gravitacional no qual mantém o equilíbrio entre músculos e ossos para manter a integridade das estruturas, protegendo-as contra traumatismos, independentemente da posição de pé, sentada ou deitada. Na lombalgia inespecífica geralmente ocorre desequilíbrio entre a carga funcional, que é o esforço requerido para atividades do trabalho e da vida diária, e a capacidade, que é o potencial de execução para essas atividades. Esse tipo de lombalgia caracteriza-se pela ausência de alteração estrutural, ou seja, não há redução do espaço do disco, compressão de raízes nervosas, lesão óssea ou articular, escoliose ou lordose acentuada que possam levar a dor na coluna. Somente 10% das lombalgias têm causa específica de doença determinada (Deyo, 1998).

A lombalgia crônica inespecífica é bastante frequente, especialmente acometendo indivíduos com vida laboral ativa. As condições desencadeantes da lombalgia são diversas, incluindo acometimentos degenerativos ou traumáticos no disco intervertebral ou no corpo vertebral, elevada sobrecarga nas atividades no trabalho, movimentação excessiva, fatores psicológicos, inatividade física, flexibilidade e força reduzidas (Scott et al., 1999; Tsuji et al., 2001; Panjabi et al., 2003).

A lombalgia ocupacional representa a maior causa isolada de transtorno de saúde relacionado com o trabalho, bem como, a causa mais comum de incapacidade em trabalhadores com menos de 45 anos de idade, sendo um forte determinante de absenteísmo. É uma disfunção que apresenta predileção por adultos jovens e é responsável por

aproximadamente 1/4 dos casos de invalidez prematura (Marras, 2000; Wynne-Jones Dunn e Main, 2008).

Os grupos de risco para dor na coluna lombar envolvem indivíduos que passam maior parte do tempo na posição sentada. Tais condições agravam-se quando o corpo é condicionado a manter-se ou é solicitado constantemente a flexionar-se para frente, em ocupações como motoristas profissionais, operadores de máquinas, dentistas, projetistas, entre outros (Batti É et al., 1998).

Em algumas profissões, pode-se estar mais suscetível ao desenvolvimento de dores lombares, como em motoristas de ônibus, que possuem importante papel social e contam com ações específicas para a realização de suas tarefas (Neve, 1994; Queiroga e Michels, 1999; Battiston et al., 2006). Em motoristas profissionais, existe uma prevalência entre as afecções musculoesqueléticas de acometimento da coluna vertebral, especialmente do segmento lombar (Saporiti et al., 2010) como a hérnia do disco intervertebral que em motoristas é quatro vezes maior quando comparada à população geral (Piazzi et al., 1991). Um estudo com motoristas de transporte coletivo no município de Florianópolis, Santa Catarina, identificou um alto índice de acometimento na coluna vertebral, especificamente em relação à coluna vertebral, o segmento lombar apresentou 42,4%, a coluna cervical 21,2% e 18,1% a coluna torácica (Moraes, 2002).

O motorista está sujeito a um trabalho extenuante, que envolve não só sua condição individual de saúde, mas também a segurança e bem estar de passageiros, pedestres e outros motoristas. A exposição às exigências biomecânicas (posição sentada, uso ativo dos membros sentado, exposição às trepidações, direcionamento da cabeça no uso de visão indireta dos espelhos, solavancos corporais devido à má condição das rodovias), às exigências ambientais (exposição a gases tóxicos, irradiação do sol e intempéries, ruído) e psicossociais (salário, responsabilidade sobre o outro e sobre coletividades, medo do desemprego, violência no trânsito, violência entre pessoas, medo de assalto, risco de acidentes, atenção à legislação e sinalização de trânsito, privação parcial ou até total de acesso à sanitários, cobranças quali e quantitativas na prestação do serviço), exemplificam algumas das condições complexas que envolvem esta atividade ocupacional. A complexidade desta atividade ocupacional faz com que o trabalho do motorista, especialmente que transporta coletividades de pessoas, seja de interesse direto das sociedades modernas, especialmente ao refletir traços da evolução de infra estrutura e desenvolvimento de países emergentes, como os transportes (Costa et al., 2003).

A lombalgia crônica envolvendo os motoristas de transporte coletivo de pessoas tem representado perdas econômicas substanciais a indivíduos (Najenson et al., 2010). Além de todas as complexas características que envolvem o trabalho do motorista, destacam-se também os fatores individuais associados à obesidade, ao sedentarismo e à deficiência muscular decorrente da posição sentada. Tais características são frequentemente encontradas entre motoristas (Magnusson et al., 1996; Queiroga e Michels, 1999; Hulshof et al., 2006).

Trabalhos bastante recentes envolvendo dor lombar em motoristas profissionais apontam uma alta incidência nesta categoria. Além disso, destacam como muito importantes as abordagens que procuram um aprofundamento nas variáveis envolvidas nas afecções musculoesqueléticas lombares desses trabalhadores (Najenson et al., 2010).

1.2 LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA E FUNCIONALIDADE

O declínio da funcionalidade é muito frequente na lombalgia crônica inespecífica e mostra associação com a Qualidade de Vida dos indivíduos afetados. A condição funcional está mais do grau de capacidade ou incapacidade do que da intensidade da dor (Kovacs et al., 2005).

A Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) da Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece a lombalgia como um comprometimento que revela perda ou alteração da estrutura funcional do segmento lombar da coluna vertebral. Tal afecção pode causar disfunções que conferem limitações ou impedem o desempenho pleno de atividades físicas. Sob a perspectiva dessa classificação, a lombalgia pode evidenciar síndromes de uso excessivo, compressivas ou posturais, relacionadas à desequilíbrios musculoesqueléticos como fraqueza muscular, diminuição na amplitude ou na coordenação de movimentos, aumento da fadiga e instabilidade do tronco (Who, 2001).

De acordo com a CIF, a funcionalidade e a incapacidade podem ser descritas em três domínios de saúde, denominados Estrutura / Função do corpo, Atividade e Participação do indivíduo (Cieza e Stucki, 2004).

A condição funcional da coluna lombar é determinada pela condição estrutural (anatômica), pelo funcionamento sistêmico (fisiológico) e mecânico integrado (biomecânico) dos segmentos

corporais. O equilíbrio lombo pélvico envolvendo os músculos multifídeo, iliocostal lombar, transverso do abdômen, quadrado lombar e diafragma, chamado de estabilização central, determinam a condição biomecânica deste segmento vertebral (Cherkin et al., 2003; Panjabi, 2006).

1.3 DOR E INCAPACIDADE NA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA

A dor é uma percepção subjetiva, desagradável e vital. A interpretação do estímulo nocivo protege o organismo através desse sinal de alarme denominado dor (Le Bars e Wiler, 2004). Num contexto temporal, a dor pode ser classificada como aguda ou crônica. A dor aguda está associada a lesão do organismo e de curta duração e desaparece com a cicatrização dessa lesão, por exemplo dor pós-operatória. A dor crônica, por sua vez, é persistente ou recorrente e não está necessariamente associada a uma lesão no organismo. A cronificação da dor pode ser de causa desconhecida. Em sua classificação, consideram-se crônicas aquelas em que o sintoma se mantém além do tempo fisiológico de cicatrização de determinada lesão, ou por permanecer por mais de três meses (Gureje et al, 1998), por exemplo, as síndromes dolorosas como lombalgias crônicas.

A intensidade da dor e os níveis de incapacidade não mostram uma relação consolidada na literatura. Alguns trabalhos consideram a intensidade da dor o fator com maior impacto na determinação da incapacidade (Arnstein et al., 1999; Peters et al., 2005).

Nesta linha existem trabalhos que buscaram identificar o ponto de corte no qual a intensidade da dor está associada com o maior risco de incapacidade em pacientes com dor lombar, firmando este ponto em intensidade de dor > 5 como ponto crítico (Jensen et al., 2001; Turner et al., 2004). Por outro lado, outros autores indicam como mais importante do que a intensidade da dor, os níveis de atividade do indivíduo (Panjabi, 2006).

O nível de atividade física é uma variável que pode apresentar associação com incapacidade. Trabalhos que avaliaram indivíduos com dor lombar mostraram que a dor mostrou-se associada com menores níveis de atividade física (Dijken et al., 2008). Da mesma forma, outra pesquisa apresentou relação entre incapacidade e nível de atividade aeróbica em pacientes com dor lombar crônica, esta mostrando-se reduzida nestes indivíduos em relação aos controles (Smeets et al., 2006).

São escassos os estudos que exploram as relações funcionais com parâmetros quantificáveis e objetivos que possam indicar os resultados de intervenções terapêuticas e de promoção da saúde envolvendo a lombalgia crônica inespecífica (Hurley et al., 2009). Da mesma forma são poucos os trabalhos que associam a análise integrando parâmetros biomecânicos a marcadores bioquímicos (Roberts e Smith, 1998).

A subjetividade do quadro doloroso musculoesquelético faz com que sejam difíceis os aprofundamentos quantitativos envolvendo a lombalgia (Cecin et al., 2001). Uma das principais características que envolvem a lombalgia crônica é a presença de incapacidade e consequente hipotrofia por desuso. A redução da capacidade funcional é um forte fator para o desenvolvimento de Lombalgia Crônica Inespecífica (Norregaard et al., 2012).

1.4 MARCADORES BIOQUÍMICOS DE LESÃO MUSCULOESQUELÉTICA

Algumas enzimas apresentam atividades específicas para lesão tecidual musculoesquelética. As mais utilizadas e que constituem um elenco de substâncias liberadas pelo músculo danificado são a creatina quinase (CK), as lactato desidrogenase e as aminotransferases, como a aspartato transaminase (AST) e a alanina transaminase (ALT) (Sacher e Mcpherson, 2002 e Cosendey, 2003). Em função de seu pequeno peso molecular, a CK é uma das primeiras a ser liberada sendo que posteriormente no curso de lesão muscular aguda, AST aparece no soro. A CK é liberada na circulação frente a praticamente qualquer isquemia, lesão ou inflamação muscular (Westgard et al., 1981; Sacher e Mcpherson, 2002).

Caso ocorra uma lesão em algum músculo esquelético durante a prática de atividade física, as membranas das células se rompem e algumas substâncias, dentre elas a CK-MM, extravasam para a corrente sanguínea (Sayers e Clarkson, 2003). Devido a tal fato, essas moléculas que passam a circular no sangue são comumente interpretadas como bons indicadores de lesão muscular, sendo que atualmente há indícios que a CK pode ser considerada como o melhor desses preditores (Chevion et al., 2003).

O emprego clínico primário da CK reside na detecção do infarto agudo do miocárdio, principalmente utilizando a isoenzima CK-MB. Adicionalmente a atividade sérica total de CK encontra-se marcadamente elevada quando do sofrimento músculo esquelético. Assim a CK é um excelente marcador de alterações no comportamento

metabólico do músculo (Sacher e Mcpherson, 2002). A determinação da CK parece ser um meio útil e sensível para avaliar qualquer aumento do estresse muscular e/ou tolerância individual ao uso da musculatura (Hartmann e Mester, 2000). Portanto, a CK representa um marcador de dano muscular, pois é uma molécula citoplasmática e não tem a capacidade de atravessar a membrana sarcoplasmática. Desta forma, o aumento da sua concentração sérica é utilizado como indicativo de dano na miofibrila (Foschini et al., 2007).

A enzima CK localiza-se no interior da célula e está envolvida no processo de ressíntese de Adenosina Trifosfato (ATP) por meio da quebra da Creatina Fosfato, processo que fornece energia para a formação de uma nova molécula de ATP (Sayers e Clarkson, 2003). Atualmente, a concentração sanguínea dessa enzima tem sido associada com exercício físico e lesões musculares, pelo fato de quando há um rompimento de alguma célula do músculo, o conteúdo do citoplasma, dentre eles a CK, se extravasa para a corrente sanguínea (Sacher e Mcpherson, 2002).

As aminotransferases configuram-se como um grupo de enzimas que apresentam, juntamente com a CK, relações com lesão musculoesquelética, especialmente com o aumento de suas concentrações no soro (Sacher e Mcpherson, 2002; Cosendey, 2003). AST e ALT aumentam no soro em atividades físicas intensas, servindo como parâmetro de lesão musculoesquelética decorrente de atividades mais vigorosas (Thomasian et al., 2007).

A AST é uma enzima de extravasamento e está presente no citoplasma das fibras musculares estriadas, bem como, na mitocôndria dos hepatócitos. Portanto não é uma enzima hepatoespecífica e altera-se em situações de agressão celular grave. A ALT é uma enzima envolvida em funções metabólicas que envolvem a interconversão, síntese e degradação de aminoácidos, tendo característica de hepatoespecificidade. A elevação do valor sérico de CK, juntamente com o aumento da enzima AST e um suave aumento da ALT sugere lesão muscular (Thrall, 2007).

A CK, a AST e a ALT tem sido conjuntamente referidas na literatura especializada como indicadores de lesões provocadas pelo exercício físico (Skenderi et al, 2006; Brancaccio et al., 2007; Foschini et al., 2007).

1.5 ESTRESSE OXIDATIVO E LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA

O estresse oxidativo está relacionado a situações onde os mecanismos celulares pró-oxidantes (produção de Espécies Reativas de Oxigênio e Nitrogênio, ERO/ERN) superam os mecanismos de defesas incluindo os sistemas enzimáticos, sistemas de reparo e outros sistemas de defesa. Este estado está comumente ligado a fisiopatologia de diversas doenças dado os danos celulares como, por exemplo, peroxidação de lipídios, fragmentação de proteínas e ácidos nucleicos (Halliwell e Gutteridge, 2007). A regulação adaptativa dos sistemas de defesa pode proteger, parcial ou totalmente, a célula contra os danos oxidativos, mas pode também levar a danos teciduais e eventualmente a morte celular por necrose ou apoptose (Valko et al., 2007). Portanto, caso não haja nenhum mecanismo de defesa eficiente, esse estado pode trazer prejuízos significativos à saúde.

Um alvo clássico da ação dos Radicais Livres (RL) em situação de estresse oxidativo são os ácidos graxos poliinsaturados presentes nas membranas celulares e em lipoproteínas. A oxidação desses ácidos graxos, chamada de lipoperoxidação, pode gerar componentes intermediários que podem sofrer quebras formando hidrocarbonetos de cadeia curta (etano, pentano), aldeídos (como o malonaldeído, 4-hidroxinonal), epóxidos e outros produtos altamente citotóxicos. Como resultado da lipoperoxidação as membranas sofrem alterações na fluidez e na permeabilidade, resultando em perda na homeostase e morte celular (Matsuo e Kaneko, 2001).

As proteínas também são alvos de ataque dos RL. A oxidação dos aminoácidos resulta na formação de grupos carbonilas, tióis oxidados, entre outras modificações na função normal da proteína (Halliwell e Gutteridge, 2007). Especificamente, os grupos carbonila são formados principalmente a partir da oxidação de alguns aminoácidos mediados por ERO, como lisina, argenina, prolina e treonina. Porém, reações secundárias de cadeias laterais de alguns aminoácidos (cisteína, lisina e histidina) com sub-produtos da lipoperoxidação e da oxidação de carboidratos, também foram grupos carbonil (Dalle-Donne et al., 2003).

O fato de que a oxidação de proteínas depende dos níveis de proteossomas intracelulares já está bem estabelecido. Os danos em proteínas mediados por RL e o acúmulo de proteínas oxidadas levam a um concomitante aumento na oxidação de proteínas reduzindo a degradação de proteínas oxidadas. Proteases intracelulares são responsáveis por 70% a 80% da degradação de proteínas após a

oxidação e esse mecanismo é essencial para os sistemas de reparo e antioxidantes. Assim, o proteossoma constitui uma parte importante do sistema de defesa antioxidante (Dalle-Donne et al., 2003).

A redução da atividade funcional está associada com perda de proteína muscular e redução da capacidade de geração de força. Esta redução do trofismo muscular induzida pelo desuso, aumenta a proteólise e diminui a síntese de proteínas (Powers et al., 2007). Investigações a respeito da sinalização celular, que regula a atrofia por desuso muscular, tem aumentado a compreensão deste complexo processo. Emergentes evidências envolvem o estresse oxidativo como um regulador chave destes processos, levando a maior atrofia e proteólise muscular durante os períodos de desuso prolongado e redução da sinalização celular. Tais evidências ligam o estresse oxidativo à sinalização das adaptações ao desuso muscular (Powers et al., 2012).

Outro alvo muito importante dos RL é o desoxirribonucleico (DNA). De acordo com Halliwell e Gutteridge (2007) a formação de RL próximo ao DNA pode resultar na oxidação de bases de pirimidina e purina, e quebras na fita. Dentre as bases, a guanina é altamente sensível à oxidação (formação de 8-hidroxideoxiguanosina, 8-OhdG) mediado por RL. Segundo Matsuo e Kaneko (2001) essas alterações no DNA têm sido associadas com processos mutagênicos e carcinogênicos.

As Espécies Reativas de Oxigênio (ERO) são normalmente produzidas nos processos de respiração celular e reguladas por um sistema antioxidante que envolve inúmeras moléculas e enzimas de degradação, como a Superóxido Dismutase e a Catalase (Gomes et al., 2012). No que diz respeito ao músculo esquelético, tendo em consideração que este parece ser muito mais dependente da GSH para a neutralização das ERO do que o fígado e o rim, a medição das concentrações de GSH e GSSG e/ou da atividade das enzimas relacionadas com a sua homeostasia, é considerada o melhor meio de quantificação indireta do estresse oxidativo neste tecido (Ji, 2002).

Anteriormente acreditava-se que a produção de ERO era limitada nos músculos esqueléticos com baixa demanda de uso funcional e que lesão oxidativa não ocorria nos músculos pouco ativos. No entanto, muitos estudos indicam que a lesão oxidativa ocorre durante períodos de inatividade em músculos esqueléticos locomotores (Kondo et al., 1993; Lawler et al., 2003). Emergentes elementos têm mostrado que o estresse oxidativo desempenha um papel crítico no metabolismo da homeostase do músculo esquelético em atividade. Isto sugere que as espécies reativas não são agentes meramente prejudiciais, gerando destruição aleatória das estruturas das célula e suas funções, mas que são também,

pelo menos dentro de concentrações fisiológicas, moléculas de sinalização úteis, que regulam o crescimento, a proliferação, a diferenciação e podem ser responsáveis por algumas adaptações no tecido exercitado e tecidos não diretamente exercitados, tais como o cérebro (Radak et al., 2008; Musarò et al., 2010). Portanto, o exercício físico induz aumento da produção de espécies reactivas no músculo esquelético, que podem funcionar como moléculas de sinalização intracelulares (Powers et al., 2011).

Pesquisas recentes sugerem que o estresse oxidativo é uma importante etiologia de sarcopenia. O nível de estresse oxidativo sobre envelhecimento muscular é influenciado por dois processos biológicos fundamentais: o aumento da geração de ERO e a idade associada à alterações na defesa antioxidante (Heneweet et al., 2009).

O peróxido de hidrogênio afeta a atividade intracelular de moléculas de sinalização, como proteínas cinases e fosfatases (Rhee et al., 2005). É apontado também seu envolvimento na sinalização intracelular e no desenvolvimento da dor crônica (Guedes et al., 2008). Desta forma, a hiperalgesia presente na dor crônica parece estar intimamente ligada a presença de ERO (Levy e Zochodne, 2004; Naik et al., 2006). O aumento das concentrações de ERO é observado na maioria dos processos fisiopatológicos envolvendo as disfunções musculoesqueléticas da coluna vertebral (Kang, 1995; Gomes et al., 2012). As contrações protetoras isquêmicas envolvidas na lombalgia crônica inespecífica podem conduzir ao aumento das concentrações de radicais livres de oxigênio nas fibras musculares, o que resultaria em alterações da respiração celular e depleção de ATP, seguidas de aumentos de ácido láctico, sensibilização das fibras nociceptoras e por consequência gerando dor muscular (Eriksen, 2004).

O dano muscular induzido pelo exercício físico pode ser analisado efetuando métodos diretos e indiretos. Os métodos indiretos são realizados através da análise de amostras do músculo ou de imagem por ressonância magnética. Os métodos indiretos são obtidos principalmente por meio do registro de valores de ação voluntária máxima, aquisição de respostas subjetivas de dor, usando escalas de percepção da dor muscular, e análise das concentrações de enzimas plasmáticas, proteínas musculares e mioglobina no sangue entre outras (Clarkson e Hubal, 2002). Os métodos indiretos são os mais utilizados para a análise do dano muscular em função da facilidade de coleta e do baixo custo.

Em humanos, por razões éticas e logísticas, associadas aos necessários métodos invasivos, as evidências de estresse e de lesão

oxidativa motivados pelo exercício têm sido essencialmente estudadas em sangue, quer no plasma, quer nas células circulantes (Fehrenbach et al., 2001; Demirbag et al., 2006).

Nesse sentido, a análise bioquímica de enzimas envolvidas na lesão musculoesquelética representa uma possibilidade de melhor compreensão deste tipo de morbidade ocupacional. Com isso, expandindo as perspectivas exclusivamente mecânicas que por vezes se sobrepõe na maioria dos estudos.

1.6 MANEJO DA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA

O manejo da Lombalgia Crônica Inespecífica envolvendo o emprego de fármacos tem como principal objetivo aliviar a dor. Os dois principais tipos utilizados são os analgésicos puros (que aliviam a dor) e os anti-inflamatórios, que também controlam a inflamação na zona da lesão. Os relaxantes musculares atuam nos espasmos dos músculos da coluna. Outra terapêutica, de acordo com patologias associadas que pode estar presente, são os anticonvulsivantes, os ansiolíticos e os antidepressivos, nos casos de ansiedade ou depressão, que podem eventualmente potenciar a dor (Airaksinen et al., 2006).

A Fisioterapia isolada ou em associação com fármacos, é muito utilizada, centrando-se na análise e avaliação do movimento e da postura, considerando a estrutura e função do corpo, utilizando modalidades terapêuticas específicas, com base essencialmente no movimento, terapias manipulativas, meios físicos e orientações, com a finalidade de restaurar a incapacidade e a inadaptação. Busca assim, tratar e reabilitar, indivíduos com sintomas com a dor e disfunções, com o objetivo de restaurar a máxima funcionalidade (Patel et al., 2012; Wang et al., 2012).

Uma das estratégias de tratamento mais empregadas atualmente dentro da Fisioterapia e com crescimento progressivo nos últimos anos, procedimento que tem se consolidado com evidências científicas de resultados positivos no tratamento e manejo das disfunções musculoesqueléticas da coluna lombar (Seffinger et al., 2010).

Dentro do manejo da lombalgia crônica no âmbito fisioterapêutico, uma das terapêuticas utilizada é a Cinesioterapia, ou seja, o tratamento através do movimento, via de regra o uso de exercícios terapêuticos. Tais procedimentos são bem indicados e estão bastante consolidados em bases científicas. No entanto, a condução especialmente no tocante à orientação quanto aos níveis de atividade física ainda são objeto de muitos estudos (Wang et al., 2012).

De forma clássica, a terapêutica física envolve inclui repouso (mínimo de 48 horas) e exercício, massoterapia, cinesioterapia, reeducação muscular e agentes físicos, como a termoterapia superficial (hidroterapia, calor úmido e radiação infravermelha), a termoterapia profunda (correntes de alta frequência, ondas curtas, microondas, ultrassom, eletroterapia de média e baixa frequência, estimulação elétrica transcutânea, laser, crioterapia), terapia manual, cinesioterapia com o objetivo de fortalecer a musculatura da coluna, proteção articular, órteses, compensação, técnicas de relaxamento e reinserção profissional. A educação do doente e a avaliação ergonômica das condições de trabalho são igualmente fatores muito relevantes (Patel et al., 2012).

Um aspecto importante é que a probabilidade de recuperação é consideravelmente menor para pacientes com lombalgia crônica em comparação com portadores de lombalgia aguda. Frente a isto tornando-se necessário desenvolver melhores estratégias globais para o manejo dos pacientes com dor lombar crônica (Garcia et al., 2011).

1.6.1 Atividade Física no Manejo da Lombalgia Crônica Inespecífica

A lombalgia crônica representa uma afecção de elevada incidência, especialmente envolvendo algumas categorias profissionais. A funcionalidade e os níveis de atividade ou inatividade como estratégia para a melhora do quadro sintomático e funcional permeiam esta morbidade, mostrando-se como fatores com elevada relevância terapêutica e socioeconômica. Durante muito tempo a lógica de orientação dos profissionais de saúde que fazem o atendimento e direcionamento do indivíduo com lombalgia crônica foi de determinação de redução dos níveis de atividade e repouso como estratégia para proteção e recuperação das disfunções da coluna lombar. As atuais Diretrizes sobre Diagnóstico e Tratamento das Lombalgias, trata de um tópico específico intitulado “Repouso”, na qual é preconizada a posição de Zassirchon (deitar-se em decúbito dorsal, com os joelhos fletidos a 90° e os pés apoiados no leito. Tal preconização do repouso para a lombalgia é apresentada nas Diretrizes como nível de evidência “A” (grandes ensaios clínicos randomizados e meta análises) (Wiesel et al., 1996; Cecin et al., 2001; Garcia et al., 2011).

Nesse sentido, em teoria a inatividade reduziria os níveis lesivos produzidos pelo movimento, o que reduziria parâmetros de lesão, estresse oxidativo e dor, melhorando a funcionalidade. Nesta lógica, a

atividade geraria lesão, aumentando o estresse oxidativo e dor, agravando o quadro e piorando a funcionalidade (Malm, 2001).

Sabe-se que o aumento do consumo de oxigênio, assim como a ativação de vias metabólicas específicas durante ou após o exercício, resulta na formação de radicais livres (Halliweel e Gutteridge, 1999). Desta forma, algumas atividades físicas.

como natação, corrida, ciclismo, podem causar produção de RL tanto em humanos (Ji, 2002; Aguiló et al., 2005; Powers et al., 2011), o que já é muito bem demonstrado em modelos experimentais com animais (Kayatekin et al., 2002). De fato, de acordo com o tipo, intensidade e duração, a exemplo do exercício excêntrico de alta intensidade pode-se observar alterações na população de células inflamatórias circulantes. Inicialmente, neutrófilos e posteriormente, monócitos e linfócitos são recrutados para o local de inflamação, onde produzem ERO e enzimas proteolíticas para limpar e reparar o tecido lesado. A infiltração de neutrófilos é estimulada por fatores quimiotáticos, incluindo prostaglandinas, fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), interleucina IL um beta (IL-1 β) e interleucina IL seis (IL-6). Essas duas últimas citocinas são conhecidas por aumentar em resposta ao exercício. Os neutrófilos fagocitam a fibra muscular lesada por meio da ativação do sistema enzimático nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato-oxidase (NADPH) e da liberação de enzimas proteolíticas a partir dos seus grânulos intracelulares. Essa resposta não é específica e, desse modo, pode acarretar lesão de células normais adjacentes ao local lesado (Stupka et al., 2001; Ji, 2002).

Indivíduos que se submetem a exercícios intensos e prolongados ou treinos exaustivos, podem suplantam a capacidade do sistema antioxidante endógeno e, em decorrência, promover graves lesões musculares, com consequente processo inflamatório local e estresse oxidativo.

Todos esses fatos estão envolvidos na redução do desempenho, do volume de treinamento e, possivelmente, overtraining (Malm, 2001; Palazzetti et al., 2003). No entanto, alguns estudos recentes veem demonstrando de forma cada vez mais consistente, que quanto mais ativo o paciente se mantiver suas perspectivas funcionais de melhora são maiores do que manter-se na inatividade (Hurley et al., 2009; Soresen et al., 2010; Jackson et al., 2011).

Em relação à Lombalgia Crônica, é importante destacar que os receptores de dor são terminações nervosas livres que são excitadas por estímulos mecânicos, químicos e térmicos. No tecido muscular, diversas substâncias bioquímicas, liberadas pelas células danificadas, podem

ativar receptores químicos e causar dor. A sensação dolorosa é transmitida ao cérebro por fibras nervosas aferentes do tipo III e do tipo IV. As fibras do tipo III identificam primariamente estímulos mecânicos, e elas estão localizadas na junção do músculo com o tendão e na superfície muscular. As fibras do tipo IV, por sua vez, são encontradas predominantemente no tecido conectivo e nas proximidades dos vasos sanguíneos, e elas são responsáveis pela transmissão da dor causada por agentes químicos (Miles e Clarkson, 1994).

Existem relações entre o desequilíbrio oxidativo e o aparecimento de sintomas algogênicos em função dos potenciais danos a lipídeos, proteínas, membranas e ácidos nucleicos e de servir de importante sinalizador intracelular e amplificador de respostas inflamatórias (Tak et al, 2000; Kurien et al., 2006; Hitchon e Gabalawy, 2004). O aumento de mediadores inflamatórios, a degeneração de tecidos decorrentes de distúrbios musculoesqueléticos e as alterações biomecânicas, contribuem para a perpetuação da dor (Joseph et al., 1998; Evans et al., 2005).

Os diferentes tipos de procedimentos e seus impactos no manejo da lombalgia crônica ainda precisam ser melhor aprofundados. A falta de padronização das condutas, amostras heterogêneas e outros problemas contribuem para este cenário. Os níveis de atividade física, mostram-se como um dos pontos críticos que impactam diretamente na predição clínica de definição de terapêuticas sejam mais conservadoras, voltadas à proteção e decréscimo de atividade, ou mais dinâmicas, que remetem a níveis de participação mais efetivos dos programas terapêuticos para a coluna lombar (Patel et al., 2012). Tal fator tem grande relevância para a Fisioterapia, especificamente na especialidade de Fisioterapia Traumato Ortopédica no contexto do que preconiza a atual Classificação Internacional de Funcionalidade - CIF, que destaca os níveis de atividade e de participação das populações como indicadores fundamentais da funcionalidade.

1.7 HIPÓTESE

A hipótese deste estudo é de que o aumento da atividade física de forma moderada em indivíduos com lombalgia crônica inespecífica pode melhorar o quadro sintomático e funcional, por reduzir os níveis de lesão tecidual musculoesquelética e estimular o sistema de defesa antioxidante endógeno, reduzindo o quadro algico e melhorando a funcionalidade (Figura 1).

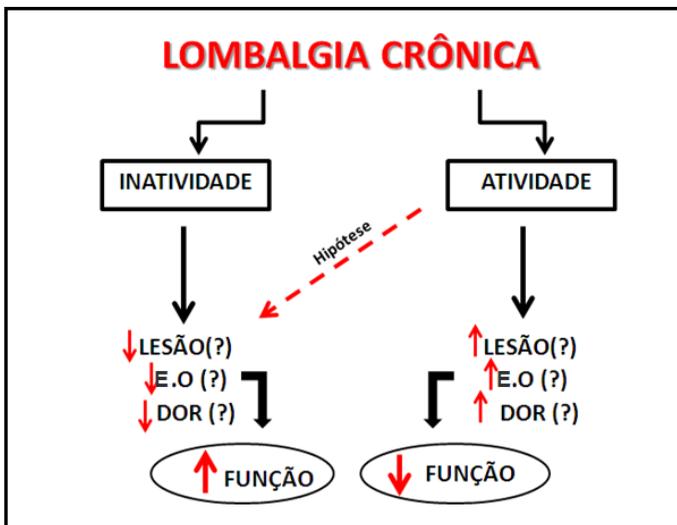


Figura 1: Esquematização da Hipótese de Estudos

Fonte: Do pesquisador

Nesse sentido, este estudo visa junto a uma população específica e homogênea que sofre com a morbidade lombalgia crônica inespecífica, analisar marcadores bioquímicos de lesão musculoesquelética, de estresse oxidativo e indicadores funcionais de capacidade, bem como, biomecânicos de força dinamométrica e atividade elétrica da musculatura lombar, pré e pós submissão a procedimento convencional de terapia física (Terapia Manual) e de forma comparativa ao treino com exercício aeróbico moderado.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos do exercício aeróbico moderado e da terapia manual sobre marcadores bioquímicos e parâmetros funcionais em motoristas profissionais portadores de lombalgia crônica inespecífica.

1.8.2 Objetivos Específicos

- 1 Avaliar a intensidade da dor lombar dos motoristas pré e pós intervenção;

- 2 Verificar as respostas nos escores funcionais da coluna lombar pré e pós intervenção;
- 3 Apurar os níveis de força dinamométrica lombar pré e pós intervenção;
- 4 Avaliar as respostas Eletromiográficas da atividade elétrica dos músculos lombares (iliocostal lombar e multifídeos) pré e pós intervenção;
- 5 Identificar a atividade de enzimas envolvidas em lesão musculoesquelética pré e pós intervenção;
- 6 Verificar a atividade da Creatina quinase e Aminotransferases pré e pós intervenção;
- 7 Identificar a atividade do Carbonil, Sulfidrilas e Xilenol pré e pós intervenção;
- 8** Avaliar as respostas dos antioxidantes enzimáticos endógenos, Superóxido Dismutase, Catalase e Glutathione Peroxidase pré e pós intervenção.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo experimental, simples cego, randomizado e descritivo quantitativo, voltado a investigar parâmetros bioquímicos de estresse oxidativo e indicadores biomecânicos funcionais junto à população específica que apresenta lombalgia crônica inespecífica.

Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a Resolução CNS 196/96, bem como, Resolução Complementar CNS 303/00, quanto ao protocolo e respeito às definições do Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) da UNESC e CONEP. O projeto foi aprovado no CEP/UNESC sob o número 122/11 (Anexo A).

2.1 LOCAL

Todos os procedimentos de coletas dos dados junto à amostra foram realizados no Laboratório de Biomecânica da UNESC - LABIOMECC e as análises enzimáticas no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício - LAFIBE.

2.2 AMOSTRA

Com o objetivo de realizar o estudo junto a uma amostra relativamente homogênea de indivíduos, foi eleita uma categoria profissional de motoristas profissionais de transporte coletivo, contando com o mesmo sexo e faixa etária média sem grandes variações.

No mês de fevereiro de 2011 foi realizado um contato prévio com os 65 motoristas que realizam o transporte dos acadêmicos das diferentes regiões da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC), Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense (AMESC) e da Associação dos Municípios da Região de Laguna (AMUREL) até a Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. Neste contato os mesmos foram questionados sobre a participação voluntária e sem fins lucrativos nesta pesquisa desenvolvida em parceria pelo Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício - LAFIBE e Laboratório de Biomecânica da UNESC LABIOMECC.

2.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os sujeitos de pesquisa deveriam apresentar os seguintes critérios para inclusão nos protocolos experimentais: Dor lombar há mais de 3 meses (crônica); Idade entre 18 e 55 anos; Sexo masculino; Tempo de

trabalho como motorista há no mínimo 3 anos; Baixo nível de atividade física regular (inferior a 2 vezes por semana).

Foram excluídos os indivíduos que apresentaram algum destes critérios pré estabelecidos (Koes et al., 2006): Realização de algum tipo de tratamento clínico ou fisioterapêutico para coluna nos últimos 6 meses; Presença de alterações neurológicas e/ou ortopédicas que impossibilitassem e/ou limitassem os movimentos mesmo que parcialmente; Cirurgia prévia na coluna vertebral (mesmo em outro segmento que não lombar); Incapacidade ou impossibilidade de tolerar os procedimentos experimentais propostos; Dor não mecânica, não relacionada ao tempo ou atividade; Dor torácica baixa exclusiva; História prévia de carcinoma ou HIV; Mal estar no momento da coleta de dados; Perda rápida de peso no último mês; Sintomas clínicos de doenças neurológicas; Deformidade vertebral estrutural; Dor irradiada unilateralmente para membro inferior maior do que a dor lombar; Dormência e parestesia na mesma distribuição nervosa; Lasegue Positivo (elevação do membro inferior estendido induzindo aumento da dor no membro); Sinais neurológicos localizados (limitados a uma raiz nervosa);

Dos indivíduos que apresentavam o perfil estabelecido nos critérios adotados, consentiram com a participação voluntária 22 motoristas com lombalgia, apresentando estagiamento correspondente a dor crônica. Especificamente dor no segmento lombar da coluna vertebral acima de 3 meses.

Os mesmos foram randomizados em três grupos específicos, sendo G1 - Controle (n=7), G2 - Terapia Manual para a região lombar (n=8) e G3 - Exercício Aeróbico (n=7). Todos os sujeitos foram informados sobre os procedimentos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado (TCLE) (Anexo B).

2.3 MÉTODO

2.3.1 Avaliação da Funcionalidade

Os voluntários responderam pré e pós intervenções ao Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (ODQ) (Martins, 2002), que consiste de 24 itens, que ao final configuram um Escore Final sobre a funcionalidade da coluna vertebral, especificamente sobre a interferência das dores nas costas nas atividades da vida diária e da vida prática do indivíduo (Anexo C).

2.3.2 Avaliação da Dor

Para a avaliação quantitativa da dor foi usada a Visual Analogue Scale - VAS (Anexo D), que consiste de uma linha de 10 cm, com âncoras em ambas as extremidades. Numa delas é marcada "nenhuma dor" e na outra extremidade é indicada "a pior dor possível", ou frases análogas. A magnitude da dor é indicada marcando a linha e uma régua é utilizada para quantificar a mensuração numa escala de 0-100 mm.

2.3.3 Avaliação da Força Lombar

Foram avaliados os níveis de força pré e pós intervenções com os motoristas voluntários envolvendo força lombar e do quadríceps. O dinamômetro lombar utilizado foi o equipamento japonês TKK 5002, da Takei Scientific Instruments CO, Ltd, que conta com um espectro de 0 a 300 Kgf.

A posição para o teste foi a padrão para dinamometria lombar, ou seja, em pé, com ambos os pés totalmente apoiados na base do dinamômetro, flexão de 30° de tronco e cotovelos e joelhos totalmente estendidos, empunhando firmemente o pegador com ambas as mãos, após a devida regulagem dos elos da corrente do pegador de acordo com a estatura e envergadura individual.

Os comandos verbais utilizados para cada coleta dinamométrica foram padronizados de maneira sequencial, logo após o adequado posicionamento dos sujeitos de pesquisa, da seguinte forma: “Segure Firme”, “Pronto”, “Puxe, Puxe, Puxe”, “Força”, em seguida “Pode Ir Soltando Devagar” (Figura 2).



Figura 2: Dinamômetro Lombar
Fonte: LABIOMECC (2011)

Foram realizadas 3 medidas com um intervalo de tempo de 2 minutos entre cada esforço dinamométrico. A medida mais alta foi eleita como valor individual obtido pós testes dinamométricos, sendo registrada em Kgf.

2.3.4 Análise Eletromiográfica

Foram realizadas análises Eletromiográficas (EMG) com a utilização do aparelho Eletromiográfico de Superfície da marca EMG System do Brasil, com conversor Analógico-Digital CAD 12/32 de oito canais com ganho de sinal de 1000 vezes, filtro de 500Hz (passa baixa) e filtro de 20 Hz (passa alta), frequência de amostragem de 1000Hz, software de aquisição de dados AQD5 em Média dos Sinais Retificados (RMS). O equipamento pertence ao Laboratório de Biomecânica da UNESC - LABIOMECC, localizado na Clínica de Fisioterapia da UNESC.

Para a EMG a técnica utilizada foi a bipolar com eletrodos de superfície auto-adesivos (Meditrace) utilizados para aquisição da atividade elétrica da musculatura, sendo a distância entre os eletrodos de superfície foi de 1cm. Para a otimização do sinal coletado foi realizada a

limpeza da pele com álcool a 70% e tricotomia na região dos músculos estudados e colocado no punho direito um fio terra com objeto de garantir a qualidade do sinal coletado.

Os músculos eleitos para a EMG foram o multifídeos e o iliocostal lombar, sendo registrados bilateralmente na região lombar. Os eletrodos foram posicionados bilateralmente sobre os músculos iliocostal a 6 cm do espaço intervertebral de L2-L3 e multifídeo a 3 cm do espaço intervertebral de L4-L5. O procedimento de EMG envolveu a gravação do comportamento da musculatura em repouso na posição ortostática durante 10 segundos (Figura 3).



Figura 3: Posicionamento dos Eletrodos de EMG nos Músculos Iliocostal Lombar e Multifídeos

Fonte: LABIOMECC (2011)

2.3.5 Ensaios Bioquímicos

Foi realizada a coleta do sangue de cada voluntário separadamente, com o auxílio de uma equipe da área de Enfermagem da UNESC. O procedimento de coleta de sangue seguirá as rotinas de

biossegurança, lançando mão do uso de luvas, seringas e agulhas descartáveis, anti-sepsia no antebraço (álcool 70%) e descarte dos materiais em recipientes específicos para descarte de materiais infecto-contagiosos e perfurocortantes.

A punção venosa foi realizada na veia intermédia do cotovelo, sendo retirados 5 ml de sangue, o qual foi colocado em tubos de ensaio de vidro, sendo estes numerados de acordo com a referência numérica adotada para cada voluntário. Em seguida o tubo foi fechado, centrifugado e armazenado sob refrigeração para transporte até o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício (LAFIBE), local de realização das análises.

Procedeu-se com a determinação sérica das enzimas: Creatina Quinase (CK) e Aminotransferases (Transaminases - AST/ALT). As dosagens foram realizadas com kits específicos para cada análise e um espectrofotômetro, seguindo a rotina do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício - LAFIBE.

Marcadores de Dano Muscular - A Creatina Quinase (CK) foi determinada com auxílio de kit específico fornecido pela Labtest Diagnóstica SA. A dosagem foi realizada a partir de sistema enzimático em amostras de soro dos voluntários, segundo as orientações técnicas do fabricante.

Carbonilação de Proteínas (CP) - Os danos oxidativos em proteínas foram determinados em soro através da determinação de grupo carbonil baseados na reação com dinitrofenilhidrazina (Levine, 1990). O conteúdo de carbonil foi determinado espectrofotometricamente em 370nm, usando um coeficiente 22.0000 Molar-1.

Sulfidrilas - O conteúdo Total de Tióis (TT) foi determinado em soro numa reação dos grupos tióis com 5,5'ditióbis (2 ácido nitrobenzóico) (DTNB), gerando um derivado de coloração amarela e lido espectrofotometricamente a 412 nm (Akenov e Markesberya, 2001). Essa técnica tem por objetivo avaliar o grupo SH (Sulfidrilas) não oxidados.

Peroxidação Lipídica (Xilenol Laranja) - Foi determinado em soro como marcador de peroxidação lipídica. Este método quantifica a formação de hidroperóxidos, que é um produto da lipoperoxidação. Baseia-se no princípio de que hidroperóxidos oxidam ferro a íon férrico e por sua vez este íon se liga ao corante xilenol laranja (Jiang et al., 1991).

Determinação da Proteína - A quantidade de proteínas nos ensaios do Carbonil, Sulfidrilas e Xilenol foram mensuradas usando a técnica de LOWRY (Lowry, 1951).

Superóxido Dismutase (SOD) - A atividade enzimática foi determinada pela inibição da auto-oxidação da adrenalina medida espectrofotometricamente (480nm) (Bannister e Calabrese, 1987). Uma unidade de enzima foi definida pela quantidade transformada em 1µmol de substrato por minuto.

Catalase (CAT) - Esta análise mediu a atividade da enzima produzida em resposta a quantidade de peróxido de hidrogênio determinada pela queda na absorvância (240nm), conforme previamente descrito por Aebi (1984).

Glutathione Peroxidase (GPx) - A atividade foi mensurada através do monitoramento da oxidação do NADPH em 340 nm na presença de H₂O₂ (Flohé e Gungler, 1984). A atividade da enzima foi expressa em U/mg proteína.

2.4 INTERVENÇÕES COM OS GRUPOS

A Terapia Manual empregada consistiu na realização de Técnicas Inibitórias Miofasciais, Mobilizações Miofasciais Passivas e Terapia de Liberação Posicional (TLP), especificamente para a região lombar da coluna vertebral. Foram realizadas 12 sessões com duração de 60 minutos cada, respectivamente 3 vezes por semana ao longo de 4 semanas. As intervenções foram realizadas na Clínica de Fisioterapia da UNESC.

O treino aeróbico consistiu em 3 sessões semanais de caminhada supervisionada de 60 minutos cada, durante 4 semanas. O treinamento com caminhada foi realizado na pista de atletismo da UNESC. Antes e após cada sessão era aferida a Pressão Arterial (P.A.) e registrada a Frequência Cardíaca (FC). O ritmo de treinamento era focado na faixa da Zona de Atividade Moderada (50 a 60% da Frequência Cardíaca Máxima) preconizado pelo American College of Sports Medicine (ACMS).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 17.0 como pacote estatístico, através do teste t Wilcoxon para comparações pré e pós para as intervenções intragrupos. Para as comparações entre grupos foi utilizado o teste U de Mann-Witney. Para os parâmetros bioquímicos utilizou-se o teste de post-hoc de Tukey. Quando $p < 0,05$ os dados foram considerados como estatisticamente significativos.

A partir dos valores de Média do Sinal Retificado (RMS), conferidos pelo programa AQD5-EMG do EMG System, foram adotados os mesmos procedimentos estatísticos do SPSS (17.0), para comparações intra e entre grupos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prescrição de exercícios terapêuticos e o emprego das técnicas manuais nas abordagens de afecções musculoesqueléticas da coluna lombar, a exemplo da lombalgia crônica inespecífica, necessitam de investigações mais aprofundadas.

A associação dos fatores antropométricos como idade e compleição física com lombalgia conta com resultados controversos na literatura (Leboeuf-Yde et al., 2000). As características antropométricas e de atividade laborativa observadas neste estudo são similares entre os sujeitos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização da Amostra Expressos em Média e \pm Desvio Padrão

Variável	Caracterização
“n” amostral	22
Sexo	Masculino
Idade	49,26 \pm 7,79 anos
Estatura	176,53 \pm 6,81 cm
Peso	88,86 \pm 9,33 Kg
Índice de Massa Corporal (IMC)	27,65 \pm 2,14 Kg/m ²
Tempo de Trabalho	21,00 \pm 8,92 anos

Fonte: Dados da Amostra

Um estudo sobre prevalência e fatores de risco de lombalgia envolvendo 410 motoristas profissionais observou que 59% apresentavam esta morbidade, sendo que o tempo de trabalho foi considerado um dos aspectos que apresentou correlação significativa (Andrusaitis et al., 2006). Além de todas as complexas características que envolvem o trabalho sentado usando os quatro membros, destacam-se também os fatores individuais associados à obesidade, ao sedentarismo e à deficiência muscular decorrente da posição sentada, características frequentemente encontradas entre motoristas (Magnusson et al., 1996; Queiroga e Michels, 1999; Hulshof et al., 2006). Há associações razoáveis entre aumento de peso corporal e sobrecarga na coluna. A mesma relação pode ser observada a respeito da estatura, sendo que trabalho sob circunstâncias ergonômicas desfavoráveis tem uma probabilidade elevada para provocar a lombalgia (Andrusaitis et al., 2006).

Os resultados iniciais levantados no presente estudo mostram que a presença de dor não determina necessariamente a um comprometimento funcional significativo. No início sem qualquer tipo de intervenção, a intensidade média de dor próxima de 6,0 pontos nos grupos (Figura 4) o que representa 60% da escala de percepção utilizada, no entanto, os escores médios de funcionalidade caracterizaram incapacidade baixa (Tabela 2).

O reflexo prático deste comportamento que merece atenção é que o grupo mantinha-se ativo no trabalho e sem histórico recente de afastamento, mesmo com a intensidade significativa do quadro doloroso. Após 2 semanas dos protocolos de Terapia Manual e de Exercício Aeróbico, a intensidade da dor sofreu redução significativa para próximo de 2,0 pontos, apenas no grupo Terapia Manual ($p < 0,01$), o que não ocorreu no grupo Controle e grupo Exercício Aeróbico ($p > 0,05$). No entanto, após as quatro semanas o desfecho foi ausência de diferença entre os 2 grupos ($p = 0,846$). O controle flutuou sem diferença significativa ($p > 0,05$) pré e pós-intervenção. Ao final das 4 semanas ambos os tipos de intervenção (TM e AERO) foram efetivos na redução média do quadro algico ($p < 0,01$) (Figura 4).

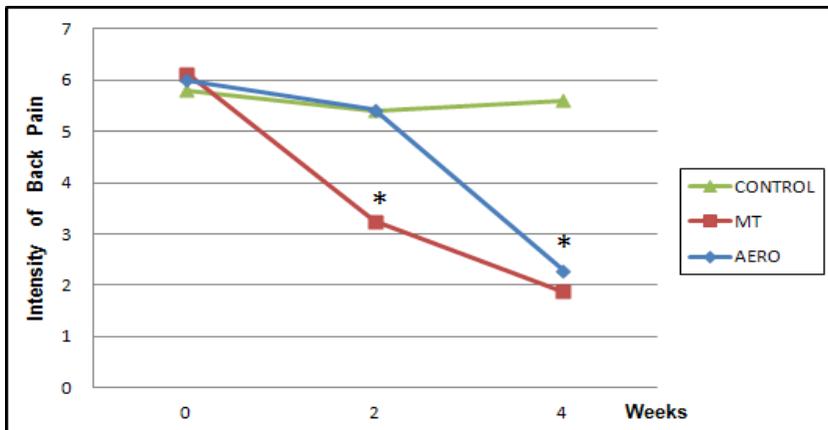


Figura 4: Evolução da Intensidade da Dor nos Grupos Pré e Pós Intervenções

Dados: Médias da Intensidade de Dor (VAS) nos 3 Grupos em momentos evolutivos, no Início, após 2 semanas e após 4 de intervenções.

Legenda: Grupo Terapia Manual (TM). Grupo Exercício Aeróbico (AERO).(*) Diferença Estatística Significativa em relação aos valores iniciais ($p < 0,01$).

Apesar da tendência de alguns estudos mostrarem o contrário, a cultura do medo instalada na percepção da grande maioria pessoas envolvendo a realização das Atividades de Vida Diária (AVD's) e atividades laborativas, na presença de transtorno musculoesquelético, ainda é uma realidade que prevalece (Keen et al., 1999).

A atividade reproduzida com o grupo através de treinamento aeróbico mostrou-se efetiva na redução do quadro doloroso, de forma semelhante à terapêutica física específica envolvendo a terapia manual. Neste sentido, os resultados corroboram com a noção de que um trabalho localizado e direcionado para as disfunções musculoesqueléticas produz efeito positivo na percepção da dor e suas consequentes respostas adaptativas, bem como, em certos benefícios em manter ativo o indivíduo com lombalgia crônica inespecífica, em detrimento da inatividade.

O nível de atividade funcional é uma variável que pode apresentar associação com incapacidade. Trabalhos que avaliaram indivíduos com dor lombar mostraram que a dor está associada com menores níveis de atividade física (Dijken et al. 2008; Steiger et al., 2012). Segundo Van Middelkoop et al. (2011) o quadro de inatividade

progressivo que tende a ser instalado pela síndrome da dor lombar crônica deve ser atenuado com intervenções que fomentem a atividade.

Existem evidências a partir de estudos controlados randomizados de que programas de exercícios melhoram especialmente os aspectos dor e função. Porém, o fato de grupos ativos contarem com menor probabilidade de sofrer de dor e incapacidade na região lombar em relação aos seus congêneres sedentários, não determina que a realização de qualquer tipo de atividade física cotidiana, sem critérios seja um fator de proteção para a coluna. Nesse sentido é determinante o tipo de exercício, nível de atividade, carga de trabalho, postura corporal, entre outros fatores (Keen et al., 1999; Thomas et al., 1999). Entretanto, outros dados na literatura também apontam que as informações ainda são insatisfatórias e inconsistentes para afirmar se intervenções com exercício aeróbico tem eficácia no tratamento da lombalgia crônica (Van-Middelkoop et al., 2011).

Segundo alguns trabalhos o tratamento com exercícios aeróbicos promove a melhora do funcionamento dos tecidos lombares dolorosos e diminui a cinesiofobia, elevando a confiança dos pacientes quanto à utilização da sua coluna nas atividades diárias (Cohen e Rainville, 2002).

O domínio de estrutura e da função do corpo se caracteriza pelas funções fisiológicas e/ou psicológicas dos sistemas corporais e por suas partes anatômicas. No caso da lombalgia, é comum verificar algumas alterações nesse domínio, como dor, fraqueza e desequilíbrios musculares, espasmo muscular, diminuição da flexibilidade muscular, diminuição da mobilidade articular dentre outros (WHO, 2001). Estas alterações são classificadas classicamente como síndromes de disfunção e síndromes posturais, representando a maioria das causas de lombalgia crônica inespecífica (Garcia et al., 2011).

Nossos resultados iniciais a partir da avaliação da funcionalidade através do *Owesity Low Back Pain Disability Questionnaire* - ODQ 2.0, mostraram previamente às intervenções, a média dos níveis de incapacidade como presentes, porém mínimas nestes indivíduos com lombalgia crônica inespecífica.

Tanto a Terapia Manual quanto o treinamento com Exercícios Aeróbicos Moderados após as 4 semanas, mostraram-se efetivos na melhora funcional dos voluntários ($p < 0,05$), passando de uma média de incapacidade leve para ausência de incapacidade. Não foram observadas diferenças estatísticas entre grupos ($p = 0,953$) (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados dos Escores de Funcionalidade Pré e Pós Intervenções

GRUPO	PRÉ	PÓS	VALOR p (pareado)	ENTRE GRUPOS 2 e 3 (p)
GC	23,62 ±3,26	24,18 ±5,86	0,114	0,953
G TM	25,75 ±5,85	6,88 ±7,81	0,012*	
G AERO	22,29 ±3,15	5,43 ±3,15	0,018*	

Médias dos Escores de Funcionalidade do Oswestry Pré e Pós Intervenções. GC - Grupo Controle. G TM Grupo Terapia Manual. G AERO Exercício Aeróbico. Indicadores de Incapacidade do Instrumento: 0-19: Incapacidade Mínima, 20-39: Incapacidade Moderada. 40-60: Incapacidade Severa (*) Nível de significância pré e pós intervenções através das modalidades empregadas. (p<0,05). Comparação entre grupos 2 e 3 sem diferença estatística significativa.

O declínio da funcionalidade é muito frequente na lombalgia crônica e mostra associação com a Qualidade de Vida dos indivíduos afetados. Esta condição funcional depende mais do grau de manutenção da atividade de vida do que da intensidade da dor (Kovacs et al., 2005).

Estudos anteriores mostram que existe relação entre a incapacidade e o nível de atividade aeróbica em pacientes com dor lombar crônica, sendo que a mesma mostra-se reduzida nestes indivíduos em relação aos controles (Smeets et al., 2006).

A musculatura fraca teoricamente atinge a condição isquêmica e conseqüentemente de fadiga mais facilmente que músculos fortes, aumentando a probabilidade de ocorrência de lesões e dificultando a capacidade da coluna em manter seu alinhamento adequado. Um estudo japonês demonstrou que indivíduos com uma história prévia de lombalgia apresentam pouca força muscular no tronco e fraqueza muscular generalizada, se comparado com aqueles que não apresentam (Lee et al., 1995).

Os resultados obtidos no presente estudo com as avaliações dinamométricas, mostram que a força lombar apresentou um aumento significativo somente no grupo Terapia Manual, o que não foi observado no grupo Exercício Aeróbico após as 4 semanas (Tabela 3).

Tabela 3: Força Dinamométrica Lombar Pré e Pós Intervenção

GRUPO	PRÉ (Kgf)	PÓS (Kgf)	VALOR p (pareado)	ENTRE GRUPOS 2 e 3 (p)
GC	112,46 ±22,88	108,33 ±20,69	0,245	
G TM	92,25 ±37,96	131,63 ±26,80	0,017*	0,487
G AERO	117,57 ±14,95	125,57 ±14,84	0,176	

Médias dos Valores de Força Dinamométrica Lombar em Kgf Pré e Pós Intervenção. *Nível de significância pré e pós intervenção através das modalidades empregadas (Aero e TM) ($p < 0,05$). Comparação entre grupos com o teste não paramétrico de Mann Whitney sem diferença estatística significativa.

A intervenção com Terapia Manual abordando diretamente a região lombar mostrou resultados de redução da intensidade dolorosa significativa com 2 semanas de seguimento (Figura 4), o que só foi observado no grupo submetido ao exercício ao final das 4 semanas. Tais achados podem apresentar relações com os achados de força final (Tabela 3), considerando o curto período para adaptação à nova condição musculoesquelética e funcional de redução da dor. Neste sentido, Seffinger et al. (2010) destaca que a Terapia Manual pode mostrar resultados significativos em curtos períodos de tempo, por envolver uma terapêutica diretamente aplicada na redução da tensão tecidual miofascial.

Estas respostas foram exploradas na avaliação da atividade elétrica da musculatura específica lombar, sendo que os achados de EMG mostraram redução significativa da atividade elétrica da musculatura lombar após a intervenção, especialmente envolvendo o grupo Terapia Manual, em ambos os músculos avaliados. Já no grupo Exercício os dados mostraram-se inconclusivos, ao demonstrar redução significativa somente no iliocostal lombar, o que não foi observado no multifídeos. A EMG como um parâmetro objetivo do trabalho muscular exigido para a manutenção das posturas e funções representa um importante indicador do trabalho da parte baixa do tronco (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados EMG (RMS) do Iliocostal Lombar e Multifídeos Pré e Pós-Intervenção

MÚSCULO / GRUPO	EMG PRÉ (RMS) μV	EMG PÓS (RMS) μV	VALOR p (pareado)	ENTRE GRUPOS 2 e 3 (p)
ILD				
GC	31,93 \pm 5,18	32,66 \pm 6,29	0,189	
G TM	31,48 \pm 7,07	19,20 \pm 5,64	0,012*	0,040**
G AERO	33,19 \pm 6,56	25,86 \pm 5,34	0,043*	
ILE				
GC	31,06 \pm 4,14	31,99 \pm 4,87	0,241	
G TM	32,81 \pm 6,82	21,05 \pm 6,36	0,012*	0,232
G AERO	35,36 \pm 5,69	26,74 \pm 6,56	0,028*	
MFD				
GC	32,85 \pm 5,37	33,91 \pm 4,39	0,186	
G TM	34,74 \pm 5,75	24,19 \pm 5,00	0,012*	0,233
G AERO	32,10 \pm 6,37	29,93 \pm 8,05	0,313	
MFE				
GC	32,06 \pm 4,88	32,76 \pm 6,02	0,258	
G TM	35,86 \pm 5,61	25,55 \pm 6,13	0,012*	0,232
G AERO	33,72 \pm 6,06	31,56 \pm 7,67	0,612	

Valores EMG (RMS) (μ V) Pré e Pós Intervenção. ILD - Iliocostal Lombar Direito. ILE - Iliocostal Lombar Esquerdo. MFD - Multifídeos Direito. MFE - Multifídeos Esquerdo. * Nível de significância pré e pós intervenção através das modalidades empregadas (Aero e TM) ($p < 0,05$). ** Comparação entre grupos com diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

O quadro doloroso e reacional da musculatura tende a elevar os níveis de atividade EMG em decorrência de espasmo protetor reacional, sendo que com a redução do quadro dor / espasmo / dor, os níveis EMG tendem a reduzir (Hides et al., 1994). Para o protocolo EMG utilizado neste estudo, envolvendo a manutenção postural ortostática pode-se considerar a redução da atividade elétrica dos músculos iliocostal e multifídeos como aumento da eficiência da musculatura para empregar o mesmo nível de esforço analisado no início dos trabalhos.

O presente estudo procurou aprofundar as respostas funcionais encontradas, através da avaliação das enzimas envolvidas na lesão musculoesquelética e dos parâmetros de estresse oxidativo. Neste sentido, os resultados mostram uma redução significativa da atividade de CK determinada 24 hs após a última sessão de Terapia Manual (TM) ($204,37 \pm 85,15$) e de Treinamento com Exercício (AERO) ($237,77 \pm 46,88$) (Figura 5).

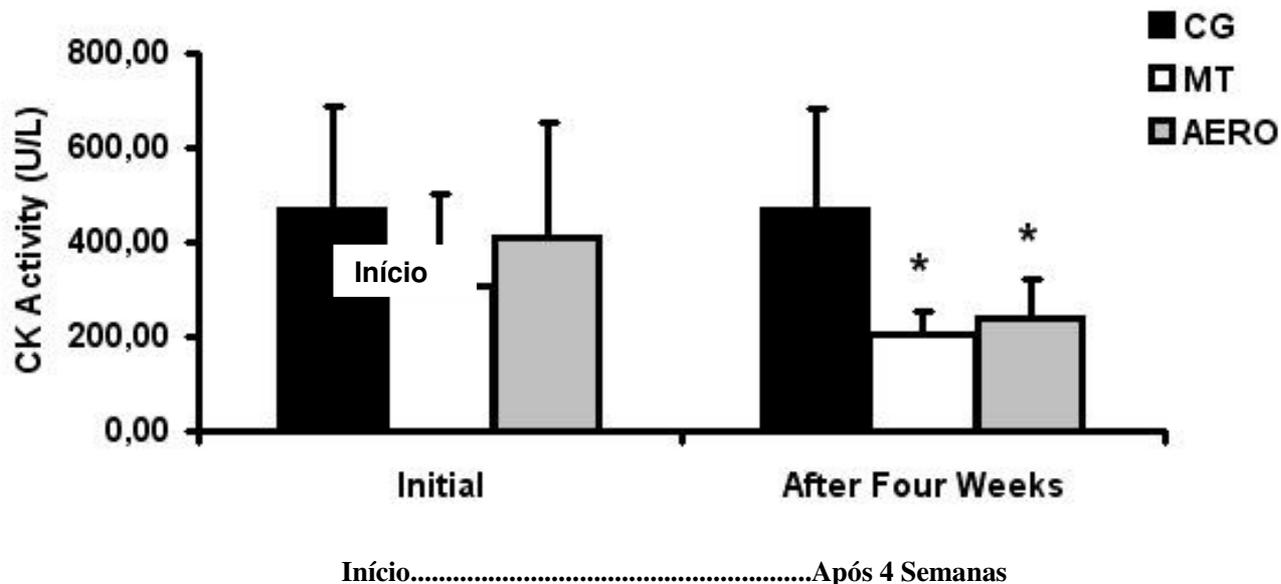


Figura 5: Atividade inicial de Creatina Quinase (CK) e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do pesquisador

A CK é uma enzima intracelular que ela localiza-se próxima ao sarcolema, de forma que qualquer alteração nas propriedades de membrana pode levar a um extravasamento desta para meio extracelular (Zoppi et al., 2006). Portanto, níveis elevados de CK no plasma tendem a ser associados como presença de danos celulares. Quando indivíduos sedentários são submetidos a um programa de treinamento sistematizado, o que se observa é que os valores plasmáticos de CK tendem a ser elevados na primeira semana de treinamento, porém com quedas significativas na segunda semana de treinamento (Baird et al., 2012).

Para alguns autores, em atividades físicas moderadas, não são observados aumentos da atividade de CK. Similarmente aos resultados encontrados em nosso estudo, Sotiriadou et al. (2003) demonstrou uma redução de CK após período de treinamento com exercícios moderados.

A redução de CK no plasma diminui o acúmulo consequente de metabólitos nos espaços intracelulares e intersticiais devido ao estresse sarcomérico (Friedén & Lieber, 1992) o que pode ter contribuído, entre outros fenômenos, para a redução da intensidade da dor e na melhoria dos escores de funcionalidade em ambos os grupos que sofreram intervenção neste estudo. Isto porque tais ocorrências podem aumentar a pressão interna e deformação do tecido conjuntivo interligado aos receptores aferentes, próximos às unidades miotendinosas, aumentando a percepção da dor e gerando disfunção. Especialmente no grupo Terapia Manual, tais achados são reforçados pelo incremento significativo da força dinamométrica e aumento da eficiência biomecânica da musculatura para realizar o mesmo tipo de atividade na avaliação EMG.

As transaminases AST e ALT são indicadores de danos hepáticos em diferentes tipos de doenças. Elas são enzimas intracelulares tem por função a transferência de grupos amino durante a conversão de amionoácidos a α -cetoácidos e são encontradas no fígado, músculos cardíacos e esqueléticos, eritrócitos, entre outros órgãos. Em nossos dados pode-se observar que não houve variação destas enzimas após as intervenções. Os valores iniciais foram Grupo Controle (28,63 \pm 2,49), Grupo Terapia Manual (32,29 \pm 9,92), Grupo Exercício Aeróbico (32,35 \pm 5,24). Após as 4 semanas os resultados foram Grupo Controle (28,61 \pm 2,48), Grupo Terapia Manual (28,11 \pm 10,67), Grupo Exercício Aeróbico (23,67 \pm 2,26) (Figura 6).

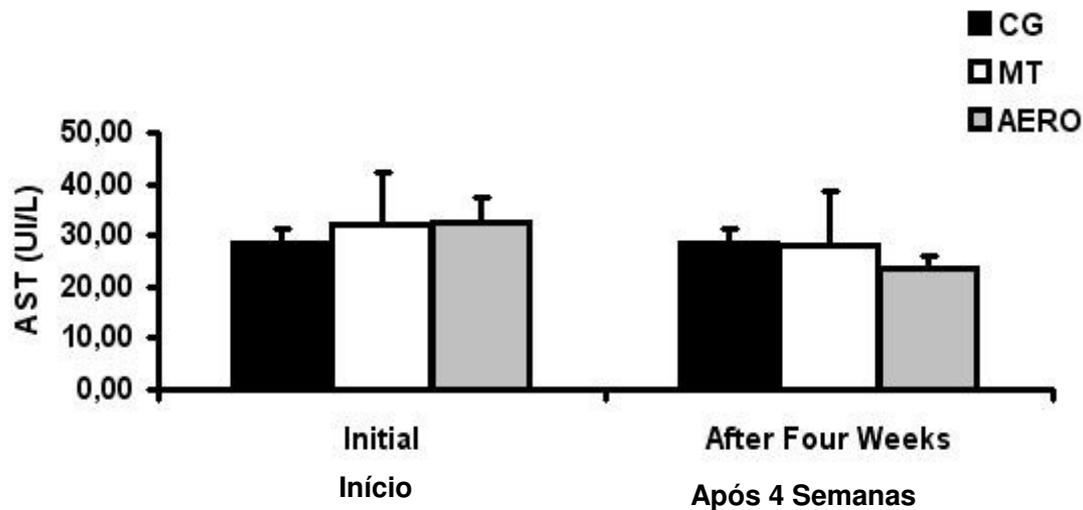


Figura 6: Atividade de AST inicial e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0,05$.
Fonte: Do Pesquisador

Weigand et al. (2007) afirmam que AST e ALT tendem a sofrer elevação somente em protocolos de exercício intenso. De acordo com Thomassian et al. (2007) ela volta a seus valores semelhantes ao repouso em 30 minutos após a realização do exercício. O mesmo constatou que a atividade de AST é menos elevada em animais com maior nível de atividade funcional e condicionamento.

A atividade de ALT não mostrou diferença entre os grupos antes e após as intervenções. Os valores iniciais foram Grupo Controle ($30,61 \pm 3,46$), Grupo Terapia Manual ($34,64 \pm 8,47$), Grupo Exercício ($40,45 \pm 8,19$). Após as 4 semanas os valores foram Grupo Controle ($30,57 \pm 3,27$), Grupo Terapia Manual ($33,02 \pm 9,30$), Grupo Exercício Aeróbico ($30,84 \pm 6,11$) (Figura 7).

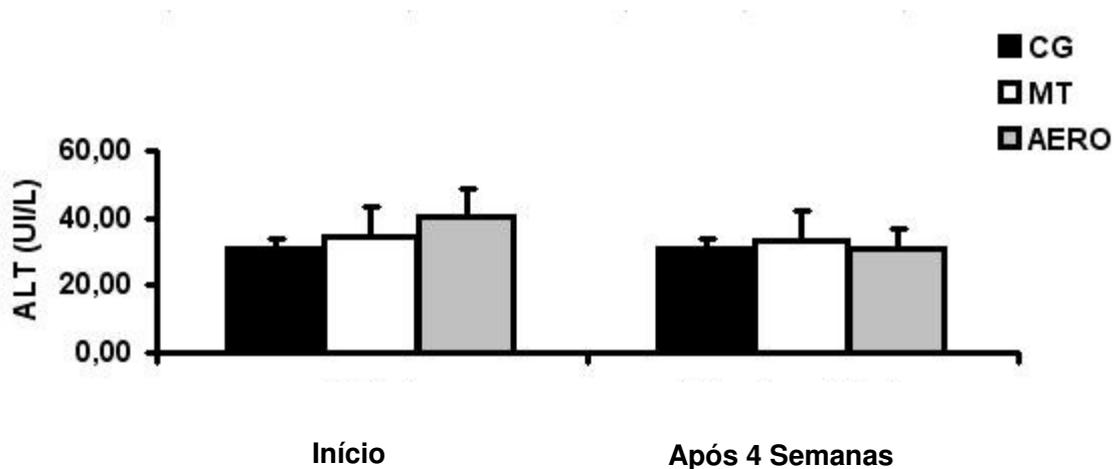


Figura 7: Atividade de ALT iniciais e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/L. nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do pesquisador

Nossos resultados demonstram um aumento significativo no conteúdo de grupos carbonil nos pacientes treinados com exercício aeróbico (AERO) ($0,38 \pm 0,09$), fato não observado no grupo terapia manual (TM) ($0,04 \pm 0,02$) (Figura 8).

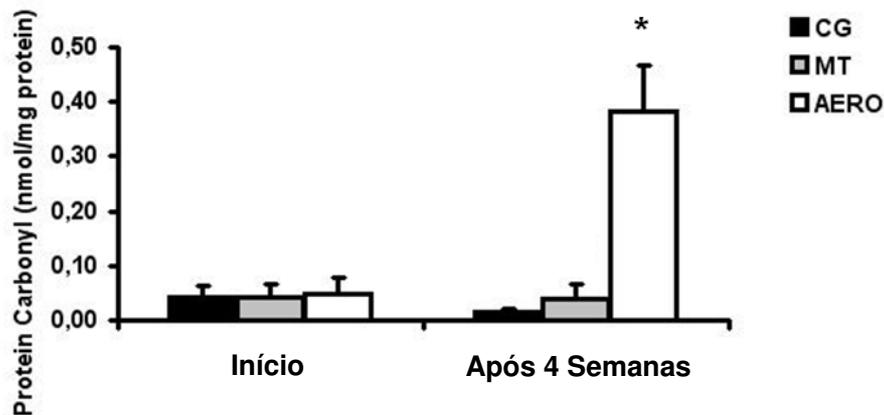


Figura 8: Conteúdo de Carbonil no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do pesquisador

A elevação da demanda de energia, acompanhada pelo aumento na taxa metabólica oxidativa, representa um grande fluxo de oxigênio pelas mitocôndrias, promovendo uma alta exposição tecidual as EROs. Se a intensidade do exercício for suficiente para causar um déficit de adenina e/ou uma lesão tecidual muscular, as vias da xantina oxidase (XO) e dos neutrófilos poderão ser estimuladas a produzir EROs adicional no tecido. Além disso, o treinamento pode depletar os estoques de antioxidantes não enzimáticos, tais como vitamina E, glutatona, caso a ingestão não esteja em equilíbrio com a demanda. Assim, como uma estratégia a longo prazo, as células podem ativar a síntese das enzimas antioxidantes para compensar o intenso estresse oxidativo (Sen e Paker, 2000).

A atividade física de intensidade moderada tem sido recomendada como estratégia para a prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis, como cardiomiopatias, diabetes, obesidade e síndrome metabólica. Entretanto, recentes estudos relatam que o exercício agudo intenso pode causar danos musculares e degradação proteica, podendo causar também o aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO).

Um fator limitante deste estudo para melhor compreensão deste achado de incremento do conteúdo de carbonil especificamente no grupo que realizou o treinamento de 4 semanas com o exercício aeróbico, foi a não realização de pontos de corte intermediários para estudo das respostas de forma tempo dependente. Paralelamente um maior tempo de programa seria útil para melhor compreensão deste fenômeno.

Deve-se destacar que os danos musculares induzidos pelo exercício levam à migração de várias células do sistema de defesa como leucócitos, neutrófilos, monócitos e macrófagos que são capazes de produzir ERO. Os leucócitos são ativados após o dano muscular estimulado pelo exercício físico, podendo estimular a produção de RL para atacar os antígenos invasores. Em particular os neutrófilos são as maiores fontes de produção de O_2^- pela reação NADPH-oxidase. Na presença de H_2O_2 e íon clorido, os neutrófilos geram o potente HClO via reação catalizada pela enzima mieloperoxidase. A neutrofilia induzida pelo exercício ocorre como resultado da desmarginação de neutrófilos de tecidos endoteliais e medula óssea. A produção demasiada de ERO responsáveis pelo ataque ao agente invasor no processo inflamatório é chamada de *burst* oxidativo e é responsável pela primeira linha de defesa contra o desenvolvimento de patogênias (Mooren e Völker, 2004).

Uma concentração relevante de ERO pode modular o sinal sensível-redox para aumentar as funções imunológicas dos linfócitos (Dröge, 2002). Embora isso seja uma reação de proteção do organismo, pode ser causa de inflamações agudas, devido à produção de mediadores pró-inflamatórios adicionais como interleucinas 1,6 e 8, TNF- α e PGE, levando a produção de processo inflamatório adicional e aumentando a produção de ERO (Mastaloudis et al., 2001).

A oxidação de grupamentos sulfidrila por radicais livres também é outro marcador importante de dano oxidativo. Nossos resultados mostram que o conteúdo de Tióis Totais foi significativamente aumentado após as intervenções de terapia manual ($11,57 \pm 0,81$) e de exercício aeróbico ($15,15 \pm 0,68$) comparado ao grupo controle ($1,40 \pm 0,12$) (Figura 9).

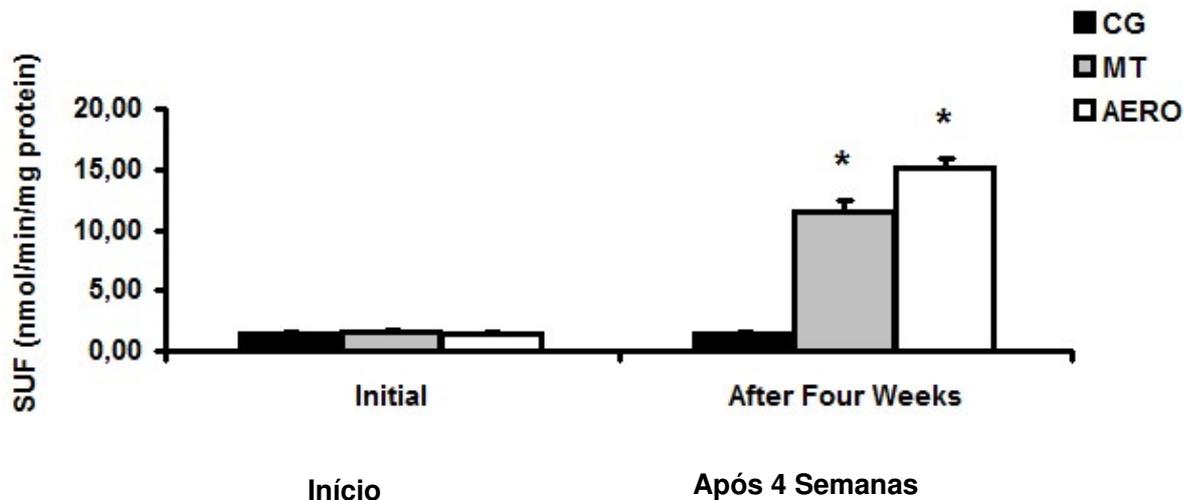


Figura 9: Atividade de Sulfidrilas (Tióis Totais) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do pesquisador

De acordo com Sen e Packer (2000) os tióis são moléculas multifuncionais que entre as suas funções desempenham um papel antioxidante. São caracterizados pela presença de radicais sulfidril (-SH) em seu sítio ativo. As pontes dissulfeto (-S-S-) entre dois resíduos -SH são importantes determinantes estruturais das proteínas. Ressalta-se que os tióis têm como característica funcional a capacidade de atuar como agentes redutores, podendo ligar-se a ERO neutralizando o potencial oxidativo dessas moléculas.

A quantificação da concentração dos grupamentos sulfidril totais fornece uma idéia do nível de ataque oxidativo às proteínas. A produção demasiada de ERO pode promover a oxidação e degradação de proteínas celulares (Yu e Kim, 2008).

Quando os níveis de tióis totais estão aumentados, há indicativo de menor dano à proteína, portanto menos ataque dos radicais livres aos aminoácidos das proteínas, o que levaria à oxidação dos grupamentos sulfidril (Ascensão et al., 2008).

Zoppi et al. (2006) detectaram um aumento na oxidação dos grupamentos sulfidrilas livres no plasma em decorrência do estresse oxidativo induzido pelo treinamento físico, uma vez que os níveis baixos de estresse oxidativo são desejados como resposta adaptativa de um treinamento eficiente.

As ERO podem atacar as moléculas lipídicas para se estabilizarem, isso pode resultar em danos nas estruturas celulares resultando num processo chamado de peroxidação lipídica. Os ácidos graxos polinsaturados (PUFA) das membranas celulares são rapidamente atacados por radicais oxidantes. A destruição oxidativa dos PUFA, conhecida como peroxidação lipídica, é bastante lesiva por ser uma reação de auto propagação na membrana (Haliwell e Guteridge, 2007).

As proteínas teciduais possuem resíduos de cisteína (com grupamentos sulfidrilas livres) que podem ser oxidados pela ação de radicais livres (Zoppi et al., 2006).

A prática de exercícios tende a produzir uma resposta adaptativa no organismo. O estresse oxidativo é minimizado pela regulação do sistema antioxidante em resposta ao exercício (Powers et al., 2011).

Os resultados do Xilenol mostram elevação dos danos oxidativos apenas no Grupo Exercício ($1,38 \pm 0,10$) e redução no Grupo Terapia Manual ($0,36 \pm 0,15$) comparado ao Grupo Controle ($0,56 \pm 0,03$). As respostas para esses achados possivelmente são as mesmas apresentadas anteriormente para oxidação de proteínas (Figura 10).

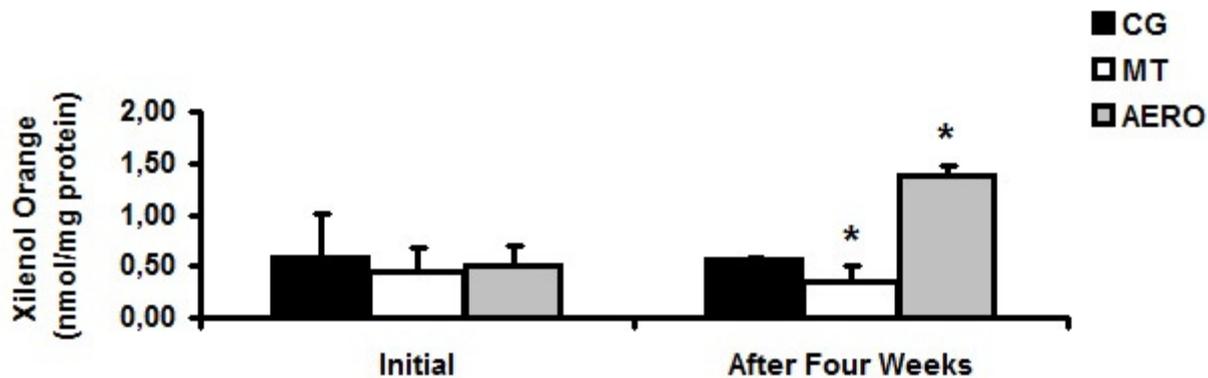


Figura 10: Valores encontrados com o Xilenol Laranja no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em nmol/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0,05$.

Fonte: Do Pesquisador

O estresse oxidativo muitas vezes é usado para indicar uma condição em que o acúmulo de espécies reativas tem efeitos prejudiciais em muitos órgãos e tecidos (Halliwell e Gutteridge, 2007). No entanto, emergentes evidências têm mostrado que o estresse oxidativo desempenha um papel crítico na homeostase e metabolismo do músculo esquelético no exercício. Isto sugere que espécies reativas não são apenas agentes nocivos que infligem destruição aleatória de estruturas celulares e funções, mas que são também, pelo menos dentro de concentrações fisiológicas, moléculas de sinalização úteis que regulam o crescimento, proliferação, diferenciação e podem ser responsáveis por algumas adaptações no tecido exercitado e indiretamente em tecidos não exercitados, como o cérebro (Musaró et al., 2010). Portanto, o exercício físico induz agudo aumento da produção de espécies reativas no músculo esquelético, que pode funcionar como moléculas de sinalização intracelulares (Powers et al., 2011).

A superóxido dismutase (SOD) é a primeira enzima envolvida na defesa contra a formação de radicais livres (Halliwell e Guteridge, 2007). Os resultados da atividade da SOD mostraram um aumento significativo tanto no Grupo Terapia Manual ($1,60 \pm 0,26$), quanto no Grupo Exercício Aeróbico ($2,02 \pm 0,24$) comparado ao Grupo Controle ($0,83 \pm 0,09$). O aumento da sua atividade em indivíduos com dor crônica sem processo inflamatório avançado, já foi mencionado na literatura. Este seria um mecanismo para manter o equilíbrio entre pró e antioxidantes (Afonso et al., 2007; Regan et al., 2008) (Figura 11).

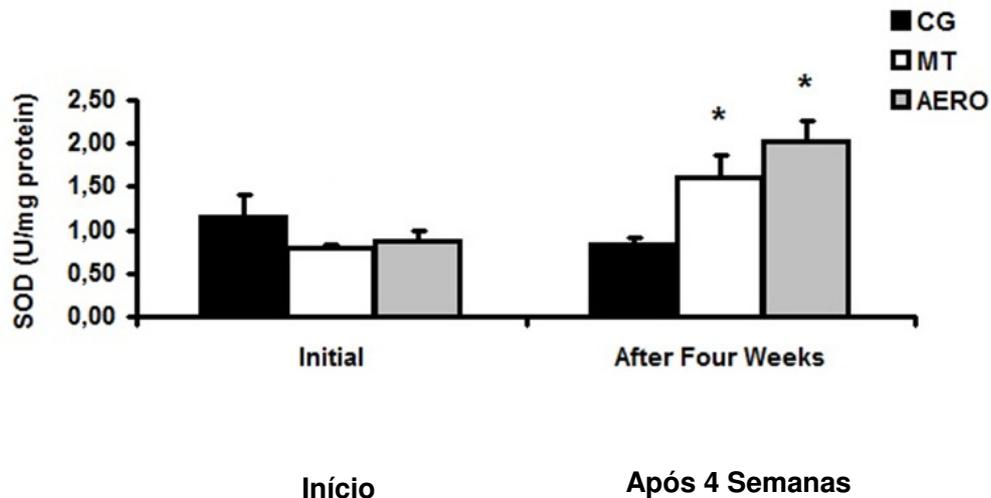


Figura 11: Atividade da Superóxido Dismutase (SOD) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0,05$.

Fonte: Do Pesquisador

A expressão de SOD pode ser induzida por citocinas pró-inflamatórias, possivelmente conferindo proteção ao tecido durante a inflamação. O aumento da sua atividade em indivíduos com dor crônica sem processo inflamatório avançado, já foi mencionado na literatura (Afonso et al., 2007).

A Catalase (CAT) e a Glutaciona Peroxidase (GPx) são as enzimas principais pela decomposição do peróxido de hidrogênio e seu aumento resulta em menor disponibilidade deste para reagir com ânions superóxido ou metais de transição (Romero et al., 2003). A atividade da Catalase (CAT) mostrou um significativo aumento tanto no grupo Terapia Manual ($0,05 \pm 0,02$), quanto no Grupo Exercício Aeróbico ($0,08 \pm 0,03$) após as 4 semanas de realização dos procedimentos, em relação ao Grupo Controle ($0,02 \pm 0,01$) (Figura 12). Similarmente, a atividade da Glutaciona Peroxidase (GPx) mostrou um significativo aumento tanto no grupo Terapia Manual ($0,00088 \pm 0,00062$), quanto no grupo Exercício Aeróbico ($0,00100 \pm 0,00019$) após as 4 semanas de realização dos procedimentos, em relação ao grupo Controle ($0,00011 \pm 0,00008$) (Figura 13).

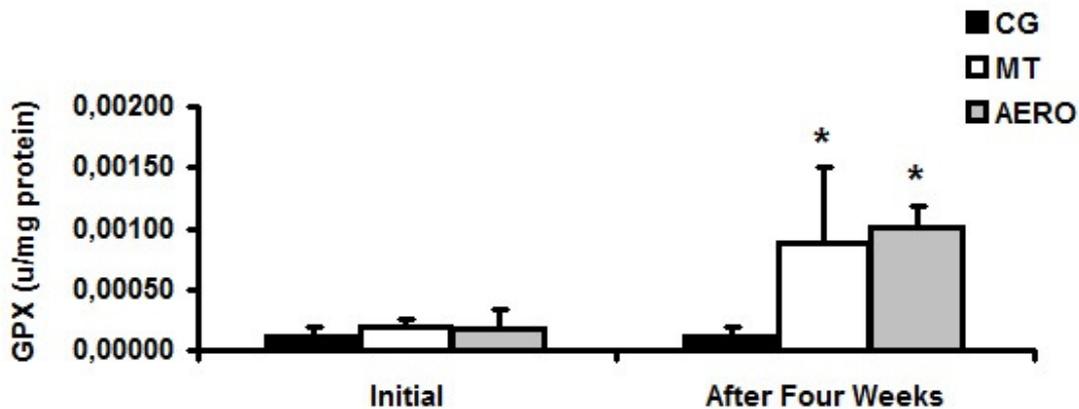


Figura 12: Atividade da Catalase (CAT) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do pesquisador

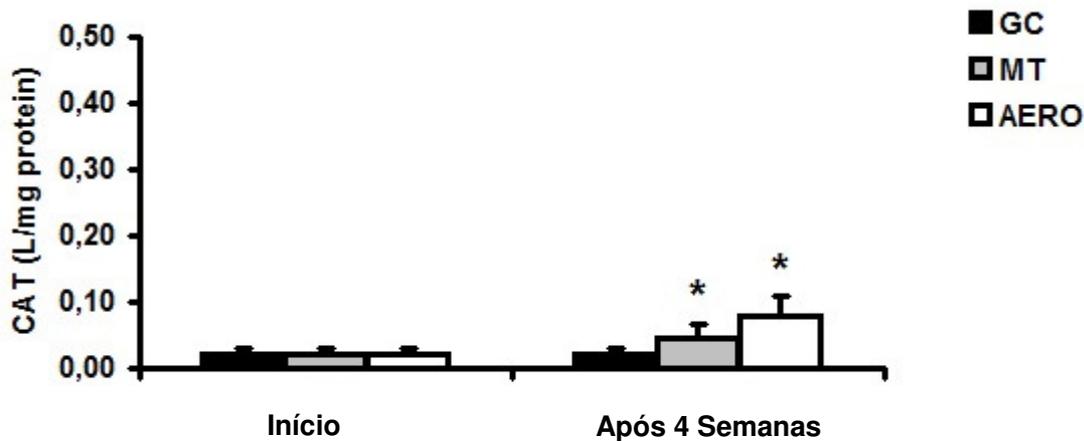


Figura 13: Atividade da Glutathione Peroxidase (GPx) no início e após 4 semanas de realização dos procedimentos nos 3 grupos Grupo Controle (GC), Grupo Terapia Manual (TM) e Grupo Exercício (AERO). Os valores estão apresentados em média \pm EPM com os valores expressos em U/mg proteína. A diferença foi considerada significativa (*) quando $p < 0.05$.

Fonte: Do Pesquisador

A associação da redução da dor com a prática da atividade cardiovascular vem sendo progressivamente apontada (Busch, 2008). Os protocolos que avaliam os efeitos da atividade física em pacientes com disfunções musculoesqueléticas (Van Santen, et al., 2012) observam aumento significativo no bem-estar global dos pacientes que realizaram atividade física de alta intensidade e nenhuma melhora nos que praticaram atividade física de baixa intensidade. Para atingir o efeito analgésico, estudos científicos clínicos (Andersen et al., 2008) destacam a importância da adaptação dos exercícios às condições físicas e fisiológicas dos pacientes, de forma a favorecer a atividade física e seus efeitos metabólicos e fisiológicos sem a exacerbação do sintoma álgico (Van Santen, et al., 2012).

Os efeitos do treinamento com exercício nas enzimas antioxidantes foram investigados inicialmente em estudos transversais, comparando animais domésticos com animais selvagens, algum tempo depois indivíduos sedentários com atletas (Jenkins, 2000).

O aumento da atividade da SOD em indivíduos com dor crônica sem processo inflamatório avançado, já foi mencionado na literatura (Afonso et al., 2007). Seria uma forma para o organismo manter o equilíbrio entre pró e antioxidantes. Porém, quando a capacidade do organismo é ultrapassada, observa-se redução significativa da atividade enzimática antioxidante. Em situações de estresse oxidativo o aumento da atividade da SOD seria favorável ao organismo, uma vez que esta enzima é responsável pela dismutação do ânion superóxido em peróxido de hidrogênio. Assim, quanto menor a disponibilidade de $O_2^{\bullet-}$ para reagir com NO, menor a formação de peroxinitrito e, conseqüentemente, menor lipoperoxidação ocorre nos tecidos.

Tanto a CAT quanto a GPx evitam o acúmulo de radical superóxido e de peróxido de hidrogênio para que não haja produção de radical hidroxil, contra o qual não existe sistema enzimático de defesa. O perfeito equilíbrio entre as enzimas antioxidantes (CuZnSOD, MnSOD, CAT, GPx) é importante para a manutenção da integridade celular (Halliwell e Gutteridge, 2007).

O aumento de LPO em fibras musculares lentas e rápidas, de ratos submetidos a cargas de exercício, indicando aumento de estresse oxidativo induzido pela atividade física. Esse estresse era melhor tolerado por ratos treinados, sugerindo uma adaptação dos sistemas antioxidantes (Alessio, 1993).

A auto produção de ERO sugerida como decorrente de momentos agudos e intensos de exercício podem ser prejudiciais para o sistema imunológico. No entanto, o exercício crônico produz adaptações

fisiológicas capazes de potencializar seu sistema antioxidante. Neste contexto, o tipo e a duração do exercício são a chave para uma significativa supra regulação endógena antioxidante, sendo que o exercício de longa duração tendo demonstrado ser mais eficaz (Gomes et al., 2012).

O H_2O_2 afeta a atividade intracelular de moléculas de sinalização, como proteínas cinases e fosfatases (Rhee et al., 2000). Este radical age sobre receptores alterando as interações ligantes-receptores (Sah et al., 2002) e são apontados como participantes da sinalização intracelular e possivelmente no desenvolvimento da dor crônica (Guedes et al., 2008). Desta maneira, a elevação da CAT observada neste estudo, pode apresentar relações com a redução da intensidade o quadro álgico observado nos grupos abordados com terapia manual, bem como, no grupo que realizou o programa de exercícios.

Um dos principais benefícios do exercício não exaustivo é induzir um estresse oxidativo suave que estimula a expressão de certas enzimas antioxidantes. Isso é mediado pela ativação de vias de sinalização redox sensíveis (Ji, 2002).

O papel do Estresse Oxidativo na modulação da atividade das vias nociceptivas vem sendo objeto de estudo (Crisp et al., 2006). Em modelos experimentais de dor foi demonstrado aumentos na produção de EROS nas regiões relacionadas à transmissão de agentes pró-nociceptivos, bem como, a reversão dos sinais nociceptivos com o tratamento com antioxidantes (Viggiano et al., 2005; Lee et al., 2007).

Sah et al (2002) demonstraram que a presença de ROS pode provocar um aumento geral na excitabilidade neuronal, podendo acarretar dano celular. Receptores localizados nos neurônios sensoriais relacionados com a transmissão nociceptiva também podem ser modulados pelas condições oxidativas do meio.

As enzimas antioxidantes podem ser distintamente ativadas durante uma sessão de exercício. Essa ativação pode depender do estresse oxidativo imposto em um determinado tecido bem como da propriedade enzimática intrínseca. O músculo esquelético é classificado como sendo mais afetado no estresse oxidativo que o fígado e o coração, em função é claro, do consumo de oxigênio envolvido durante a atividade física. Desta forma, o músculo esquelético necessita de uma maior proteção junto ao potencial agressor oxidativo (Jenkins, 2000; Sen, 2001).

É importante destacar que a maior parte dos efeitos induzidos pelo exercício físico como aumento da massa muscular, melhora do sistema cardiovascular, redução da incidência de doenças, deve-se

especialmente às adaptações induzidas sobre os diversos sistemas corporais, incluindo o sistema antioxidante endógeno (Radak et al., 2001; Ji, 2002). A estratégia mais eficiente em aumentar a quantidade endógena de antioxidantes pode ser a maior indução do próprio estresse oxidativo (Finkel e Holbrook, 2000). Este por sua vez estimularia progressivamente os mecanismos antioxidantes celulares e aumentaria a resistência a lesões induzidas pelo exercício (Powers et al., 2011).

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho mostraram redução significativa do quadro algíco e incremento na funcionalidade com as intervenções com terapia manual e após o treinamento com exercício aeróbico. Embora o desfecho final após quatro semanas tenha sido estatisticamente sem diferença entre os dois procedimentos em relação à dor, o treinamento com o exercício mostrou uma resposta mais tardia.

Os aspectos biomecânicos de força dinamométrica e da atividade elétrica da musculatura mostraram resultados positivos somente com a terapia manual o que não foi observado no grupo que realizou o treinamento com exercício.

As enzimas avaliadas indicaram a manutenção da atividade das transaminases e redução da atividade da CK em ambos os grupos, o que sugere uma resposta positiva da musculatura esquelética a ambos os procedimentos experimentados. Estes achados foram associados a adaptações positivas do sistema enzimático antioxidante endógeno. Apesar das respostas antioxidantes encontradas, com o comportamento das enzimas avaliadas CAT, SOD e GPx elevadas após os dois tipos de intervenções, especificamente a carbonilação de proteínas no grupo exercício aeróbico não confere suporte à parte da nossa hipótese.

Os resultados deste trabalho, com base nos parâmetros biomecânicos e bioquímicos utilizados, sugerem que a recomendação de redução da atividade ou de inatividade absoluta para o portador de lombalgia crônica inespecífica não parecem ser boas estratégias para a redução do quadro doloroso e melhora dos níveis de funcionalidade. Bem como, que a realização de exercício aeróbico moderado representa uma perspectiva interessante para o manejo da lombalgia crônica inespecífica. A realização de estudos com protocolos com maior duração poderá contribuir para o aprofundamento das respostas adaptativas ao exercício, especialmente de forma tempo dependente.

REFERENCIAS

- Aebi H. Catalase in vitro. *Meth Enzymol.* 1984; 105: 121-126.
- Afonso V, Champy R, Mitrovic D, Collin P, Lomri A. Reactive oxygen species and superoxide dismutase: Role in joint diseases. *Joint Bone Spine.* 2007; 74: 324-329.
- Aguiló A, Tauler P, Fuentespina E, Tur JP, Córdova A, Pons A. Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise. *Physiol & Behav.* 2005;84: 1-7.
- Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, Mannion AF, Reis S, Staal JB, Ursin H, Zanoli G; COST B13 Working Group on Guidelines for Chronic Low Back Pain. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J.* 2006; 15(2):192-300.
- Aksenov MY, Markesbery WR. Changes in thiol content and expression of glutathione redox system genes in the hippocampus and cerebellum in Alzheimer's disease. *Neurosci Lett.* 2001;302:141-145
- Alessio HM. Exercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25: 218-24.
- Andersson G. Epidemiological Features of Chronic Low-Back Pain. *Lancet.* 1999; 354:81.
- Andersen LL, Kjaer M, Sogaard K, Hansen L, Kryger AI, Sjogaard G. Effect of two contrasting types of physical exercise on chronic neck muscle pain. *Arthritis Rheum.* 2008;59(1):84-91.
- Andrusaitis SF, Oliveira RP, Barros TEP. Study of the prevalence and risk factors for low back pain in the truck drivers in the state of São Paulo. *Rev. Clinics.* 2006; 61(6):503-10.
- Arnsten P, Caudill M, Mandle CL, Norris A, Beasley R. Self-efficacy as a mediator of the relationship between pain, intensity, disability and depression in chronic pain patients. *Pain.* 1999; 80: 483-491.
- Ascensão A, Rebelo, A, Oliveira, E, Marques F, Pereira L, Magalhães, J. Biochemical impact of a soccer match analysis of oxidative stress and

muscle damage markers throughout recovery. *Clin. Biochem.* 2008; 41(10-11): 841:851.

Astrand PO, Rodhal K, Dahl HA, Stromme SB. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise.* 4^a ed. Windsor: Human Kinet, 2003.

Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *J Nutr Metab.* 2012; 360-363.

Bannister JV, Calabrese L. Assays for SOD. *Methods Biochem Anal.* 1987;32:279-312.

Battié MC. Isometric lifting strength as a predictor of industrial back pain reports. *Spine.* 1998;14: 851-856.

Battiston M, Cruz RM, Hoffmann MH. Condições de trabalho e saúde de motoristas de transporte coletivo urbano. *Est de Psic.* 2006;11(3): 333-343.

Brancaccio P, Limongelli F, Maffulli N. Monitoring of serum enzymes in sports. *Br J Sports Med,* 40: 96-97.

Bratton RL. Assessment and management of acute low back pain. *Am Fam Physician,* 2009. Nov 14;60(8):3196-201.

Busch AJ, Schachter CL, Overend TJ, Peloso PM, Barber KA. Exercise for fibromyalgia: a systematic review. *J Rheumatol.* 2008 35(6) :1130-44. Review.

Callaghan J, McGill SM. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics.* 2000;44(3): 280-294.

Cecin HA, Brazil AV, Ximenes AC. Diretrizes Nacionais de Diagnóstico e Tratamento das Lombalgias e Lombociatalgias. Soc Bras de Reum. Soc Bras de Ortop e Traum. Soc Bras de Neurocirurgia. Colégio Brasileiro de Radiologia. Soc Bras de Med Física e Reab. Projeto Diretrizes. 2001.

Cherkin DC, Sherman KJ, Deyo RA. A review of the evidence for the effectiveness, safety, and cost of acupuncture, massage therapy and

spinal manipulation for back pain. *Internal Medicine*. 2003;138: 898-906.

Chevion S, Moran DS, Heled Y. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.100, n.9, p.5119-5123, 2003.

Chok B, Raymond L, Latimer J, Tan SB. Endurance training of the trunk extensor muscles in people with subacute low back pain. *Physical Therapy*. 1999;34(1) 62-72.

Cieza A, Stucki G. New Approaches to understanding the impact of musculoskeletal conditions. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2004; 18(2): 141-54.

Clarkson P, Hubal M. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002; 81: S52-S69.

Cohen I, Rainville J. Aggressive exercise as treatment for chronic low back pain. *Sports Medicine*. 2002; 32(1): 75-82.

Costa LB, Coyama MAH, Minuci EG, Fischer FM. Morbidade declarada e condições de trabalho: o caso dos motoristas de São Paulo e Belo Horizonte. *SP Perspect*. 2003; 17(2): 54-67.

Crisp T, Minus TO, Coleman ML, Giles JR, Cibula C, Finnerty EP. Aging, peripheral nerve injury and nociception: Effects of the antioxidant 16-desmethylyrilazad. *Behavioural Brain Research*. 2006; 166(1):26-39.

Demirbag R, Yilmaz R, Guzel S, Celik H, Kocyigit A, Ozcan E. Effects of treadmill exercise test on oxidative/ antioxidant parameters and DNA damage. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2006; 6(2):135-140.

Deyo R. Low-back pain. *Sci Am*. 1998; 279:48-53.

Dijken CB, Fjellman-Wiklund A, Hildingsson C. Low back pain, lifestyle factors and physical activity: a population-based study. *J Rehab Med*. 2008; 40(6): 864-869.

- Dionne CE. A Consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine*. 2008;33(1): 95-103.
- Dunk NM, Callaghan JP. Gender-based differences in postural responses to seated exposures. *Clinic Biomech*. 2005; 20(10): 1101-1110.
- Evans JL, Maddux BA, Goldfine ID. The molecular basis for oxidative stress-induced insulin resistance. *Antioxid Redox Signal*. 2005;7:1040-1052.
- Eriksen W. Linking work to neck myalgia: the nitric oxide/oxygen ratio hypothesis. *Med Hypothesis*. 2004; 64(5): 721-6
- Farias N, Buchalla CM. A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde da Organização Mundial de Saúde: conceitos, usos e perspectivas. *Rev. Bras. Epidemiol*. 2005. 8(2):187:93.
- Fehrenbach E, Niess AM, Veith R, Dickhuth HH, Northoff H. Changes of HSP72-expression in leukocytes are associated with adaptation to exercise under conditions of high environmental temperature. *J Leukoc Biol*. 2001; 69(5): 747-754.
- Fell J, Williams AD. The effect of aging on skeletal-muscle recovery from exercise: possible implications for aging athletes. *J Ag and Physic Activ*. 2008;16(1):97-115.
- Finkel T, Holbrook NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000;239-47.
- Flohé L, Gunzler W. Assays of glutathione peroxidase. *Meth Enzymol*. 1984; 105: 114-21.
- Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras de Cineantrop e Desemp Hum*. 2007;(1):101-106.
- Fridén J, Lieber RL. Serum creatine kinase level is a poor predictor of muscle function after injury. *Scand J. Med. Sci. Sports*. 2001; 11:126-127.

Garcia AN, Gondo FLB, Costa RA, Cyrillo FN, Silva TM, Costa LCM, Costa LOP. Effectiveness of the back school and mckenzie techniques in patients with chronic non-specific low back pain: a protocol of a randomised controlled trial. *BMC Muscul Disord*. 2011, 12:179.

Gomes EC, Silva AN, Oliveira, MR. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. *Oxidat Med and Cel Long*. Epub. 2012:56-62

Gould D, Kelly D, Goldstone L, Gammon J. Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: developing and using illustrated patient simulations to collect the data information point: *Visual Analogue Scale*. *J of Clinic Nurs*. 2001;10(5): 697-706.

Guedes RP, Araujo AS, Janner D, Bello-Klein A, Ribeiro MF, Partata WA. Increase in reactive oxygen species and activation of AKT signaling pathway in neuropathic pain. *Cell Mol Neurobiol*. 2008; 28(8): 1049-56.

Gunst JJ, Langlois MR, Joris R, Delanghe, JR, De Buyzere ML, Leroux-Roels GG. Serum creatine kinase activity is not a reliable marker for muscle damage in conditions associated with low extracellular glutathione concentration. *Clinical Chemistry*. 1998;(5):939-943.

Guo HR. Working hours spent on repeated activities and prevalence of back pain. *Occup Environ Med*. 2002; 59:680-8.

Gureje O, Von KM, Simon GE, Gater R. Persistent pain and well-being: a World Health Organization Study in Primary Care. *JAMA*. 1998;280(2):147-51.

Hartmann U, Mester J. Training e overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(1): 209-215.

Hayden JA, Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med*. 2005;142:765-775.

Halliwell B, Gutteridge JMC. Free radicals in biology and medicine. 3 ed. New York: Oxford, 1999.

Halliwell B, Gutteridge JMC. Free Radical in Biology and Medicine. Oxford University Press, Oxford. 2007.

Heneweer H, Vanhees L, Picavet HS. Physical activity and low back pain: a U-shaped relation? *Pain*. 2009;143(1-2):21-5.

Hides JA, Stokes MJ, Jull GA, Cooper DH. Evidence of multifidus wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*. 1994; 19:165-72.

Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus recovery is not automatic after resolution of acute, first episode low back pain. *Spine*. 1996;21:2763-9.

Hildebrandt VH, Bongers PM, Dul J, Van Dijk FJH, Kemper HCG. The relationship between leisure time, physical activities and musculoskeletal symptoms and disability in worker populations. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2000; 73:507-518.

Hitchon CA, El-Gabalawy HS. Oxidation in rheumatoid arthritis. *Arthritis Res Ther*, 2004;6:265-278.

Hulshof CT, Verbeek JH, Braam ITJ, Bovenzi M, van Dijk FH. Evaluation of an occupational health intervention programme on whole-body vibration in forklift truck drivers: a controlled trial. *Occup Environ Med*. 2006; 63:461-8.

hurley DA, O'Donoghue G, Tully MA, Moffett JK, van Mechelen W, Daly L, Boreham CA, McDonough SM. A walking programme and a supervised exercise class versus usual physiotherapy for chronic low back pain: a single-blinded randomised controlled trial. (The supervised walking in comparison to fitness training for back pain (SWIFT) trial). *BMC Muscul Disord*. 2009;2:10:79.

Jackson JK, Sepherd TR, Kell RT. The influence of periodized resistance training on recreationally active males with chronic nonspecific low back pain. *J Strength Cond Res*. Jan. 2011;25(1):242-51.

Jenkins RR. Exercise and oxidative stress methodology: a critique. *Am J. Clin. Nutr*. 2000;72: 670-674.

Jensen MP, Karoly, P. Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. In Turk DC, Melzack, R. Handbook of pain assessment. New York: The Guilford press, 2001;15-34.

Ji, LL. Exercise-induced modulation of antioxidant defense. Ann NY Acad Sci. 2002; 959:82-92.

Jiang Y, Woollard ACS, Wolff SP. Lipid hydroperoxide measurement by oxidation of Fe²⁺ in the presence of xilenol orange. Comparison with the TBA assay and an Iodometric method. Lipids. 1991;26:853-856.

Joseph JA, Denisova N, Fisher D, et al. Membrane and receptor modifications of oxidative stress vulnerability in aging: nutritional considerations. Ann N Y Acad Sci, 1998;854:268-276.

Kayatekin BM, Gönenç S, Açikgöz O. Effects of sprint exercise on oxidative stress in skeletal muscle and liver. Europ J Appl Physiol. 2002;87: 141-44.

Kang JD, Georgescu HI, Mcintyre-Larking L, Stefanovic-Racic M, Evans CH. Herniated cervical intervertebral discs spontaneously procuded matrix metalloproteinases, nitric oxide, interleukin-6 and prostaglandin E2. Spine. 1995; 20(22):2373-8.

Keen S, Dowellb AC, Hurstc K, Moffetd JK, Toveve P, Williams R. Individuals with low back pain: how do they view physical activity? Famil Pract. 1999;**16**: 39-45

Kool J, Bie R, Oesch P, Sel OK, Van Den Brandt P, Bachmann S. Exercise reduces sick leave in patients with non-acute non especific low back pain: a meta-analysis. J Rehabil Med. 2004;36: 49-62.

Kondo H, Miura M, Itokawa Y. Antioxidant enzyme systems in skeletal muscle atrophied by immobilization. Pflügers Arch. 1993; 422:404-406.

Kovacs FM, Abraira V, Zamora J, Fernandez C. The Transition from Acute to Subacute and Chronic Low Back Pain: a study based on determinants of quality of life and prediction of chronic disability. Spine. 2005;30(15):1786-1792.

Kurien BT, Hensley K, Bachmann M, et al. Oxidatively modified autoantigens in autoimmune diseases. *Free Radic Biol Med*. 2006;41:549-556.

Laughlin TM, Kitto KF, Wilcox GL. Redox manipulation of NMDA receptors in vivo: alteration of acute pain transmission and dynorphin-induced allodynia. *Pain*. 2008; 80(1): 37-43

Lawler JM, Ssong W, Demaree SR. Hindlimb unloading increases oxidative stress and disrupts antioxidant capacity in skeletal muscle. *Free Radic Biol Med*. 2003; 35: 9-16.

Le Bars D, Willer JC. Physiologie de la douleur. *EMC-Anesth Reanim*. 2004;(1):227-66.

Leboeuf-Yde C. Alcohol and low back pain: a systematic literature review. *J. Manip Physical Ther*. 2000; 23(5): 343-6.

Lee JH, Ooi Y, Nakamura K. Measurement of muscle strength of the trunk and the lower extremities in subjects with history of low back pain. *Spine*.1995; 20(18):94-06

Lee I, Kim HK, Kim JH, Chung K, Chung JM. The role of reactive oxygen species in capsaicin-induced mechanical hyperalgesia and in the activities of dorsal horn neurons. *Pain*. 2007; 133(1): 9-17.

Levine RL, Garland D, Oliver CN, Amici A, Climent I, Lenz AG, et al. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Meth Enzymol* 1990;186:464-478.

Levy D, Zochodne DW. NO pain: potential roles of nitric oxide in neuropathic pain. *Pain Pract*. 2004; 4(1):11-18.

Lowry OH, Rosebough NG, Faar AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem*. 1951;193:265-275.

Magnusson ML, Pope MH, Wilder DG, Areskoug B. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? *Spine*. 1996;21:710-17.

Malm C. Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *ActaPhysiol Scand*. 2001;171:233-9.

Marras WS. Occupational Low Back Disorder Causation and Control. *Ergonomics*. n. 43. 2000. 880-902.

Martins NS. Adaptação cultural e linguística do Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire - *ODQ 2.0*. Coimbra: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra. 2002.

Matsuo M, Kaneko T. The chemistry of reactive oxygen species and related free radicals. In: Radák Z, editor. *Free Radicals in Exercise and Aging Champaign: Human Kinetics*. 2001:1-33.

McGill SM, Hughson RL, Parks K. Lumbar Erector Spinae Oxygenation During Prolonged Contractions: Implications for Prolonged Work. *Ergonomics*. 2000;43(4):251-263.

Meziat Filho N. Invalidez por dor nas costas entre os contribuintes da Previdência Social, Brasil, 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Miles MP, Clarkson PM. Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *J of Sports Med and Phys Fitn*. 1994; 34: 203-216.

Mooren F, Völker K. *Molecular and Cellular Exercise Physiology*. Human Kinetics, p. 179-197, 2004.

Moraes LFS. Os princípios das cadeias musculares na avaliação dos desconfortos corporais e constrangimentos posturais em motoristas do transporte coletivo. Dissertação do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina-PPGEP/UFSC.2002. p.133.

Mortimer M, Wiktorin, C. Sports Activities, Body Weight and Smoking in Relation to Low Back Pain: a population-based case-referent study. *Scand J Med Sci Sports* 2001.

Musarò A, Fulle S, Fanò G. Oxidative stress and muscle homeostasis. *Clin Nutrit and Metab Care*. 2010;13(3):236-242.

Naik AK, Tandan SK, Kumar D, Dudhgaonkar SP. Nitric oxide and its modulators in chronic constriction injury-induced neuropathic pain in rats. *Europ J of Pharm.* 2006; 530:59-69.

Najenson DA, Santo Y, Masharawi Y, Leurer MK. Low Back Pain among Professional Bus Drivers: Ergonomic and Occupational-Psychosocial Risk Factors. *IMAJ.* 2010; 12: 26-31.

Neve M. Comparaison des Contraintes Lombaires dues à la Conduite Automobile et à la Marche. *Ann Kinesither.* 1994;21(6):311-316.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Musculoskeletal disorders and work place factors. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety And Health, 2010.

Norregaard RCD, Jorgensen MB, Clausen T, Anersen LL, Stroyer J, Holtermann A. Does self-assessed physical capacity predict development of low back pain among health care workers? a 2 year follow-up study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012; Jul 18.

Palazzetti S, Richard M-J, Favier A, Margaritis I. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Can J Appl Physiol.* 2003;28:588-604.

Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr and Kinesiogr.* 2003;(13): 371-379.

Patel S, Friede T, Froud R, Evans DW, Underwood M. Systematic review of randomised controlled trials of clinical prediction rules for physical therapy in low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012. Dec 11.

Peters ML, Vlaeyen JW, Weber WE. The joint contribution of physical pathology, pain-related fear and catastrophizing to chronic back pain disability. *Pain.* 2005;113: 45-50.

Piazzì A, Bollino G, Mattioli S. Spinal Pathology in Self-Employed Truck Drivers. *Med Del Lav.* 1991; 82(2): 122-130.

Pinho RA, Chiesa D, Mezzomo KM, Andrades ME, Bonatto F, Gelain D, Dal Pizzol F, Knorst MM, Moreira JC. Oxidative stress in chronic

obstructive pulmonary disease patients submitted to a rehabilitation program. *Resp Med.* 2007;101(8):1830-5.

Powers SK, Kavazis AN, McClung JM. Oxidative Stress and Disuse Muscle Atrophy. *Free Radical Biology in Skeletal Muscle.* 2007; 102(6): 2389-2397.

Powers SK, Smuder, AJ, Judge AR. Oxidative stress and disuse muscle atrophy: causes or consequence? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012; 15(3):240-5.

Powers SK, Talbert EE, Adhihetty PJ. Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle. *Journal of Physiology.* 2011;589 (9): 2129-2138.

Queiroga MR, Michels GA. A influência de características individuais na incidência de dor musculoesquelética em motoristas de ônibus da cidade de Londrina - PR. *Rev. Bras. Ativ Fís Sau.* 1999; 42-54.

Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Rad Biol and Med.* 2008; 44(2): 153–159, 2008.

Radak Z, Taylor AW, Ohno H, Goto S. Adaptation to exercise-induced oxidative stress: from muscle to brain. *Exerc Immunol Rev.* 2001;(7):90-107.

Regan EA, Bowler RP, Crapo JD. Joint fluid antioxidants are decreased in osteoarthritic joints compared to joints with macroscopically intact cartilage and subacute injury. *Osteoarth and Cartil.* 2008; (16):515:521.

Rhee SG, Bae YS, Lee SR, Known J. Hydrogen peroxide: a key messenger that modulates protein phosphorylation through cysteine oxidation. *Brain Res.* 2005; 1050:72-78.

Roberts D, Smith DJ. Biochemical Aspects of Periferal Mucle Injury. *Sports Med.* 1998;7: 125-138.

Romero N, Radi R, Linares E, Augusto O, Detweiler CD, Mason RP, Denicola A. Reaction of human hemoglobin with peroxynitrite:

isomerization to nitrate and secondary formation of protein radicals. *The J of Biol Chem.* 2003; 45:44049-44057.

Sacher R, McPherson R. Widman: Interpretação clínica dos exames laboratoriais. 11ª ed., São Paulo: Manole, 2002.

Sah R, Galeffi F, Ahrens R, Jordan G, Schwartz-Blomm RD. Modulation of the GABA(A)-gated choride channel bye reactive oxygen species. *J Neurochem.* 2002; 80: 383-391.

Sah R, Galeffi F, Ahrens R, Jordan G, Schwartz-Blomm RD. Modulation of the GABA(A)-gated choride channel bye reactive oxygen species. *J Neurochem.* 2002; 80: 383-391.

Saporiti AF, Borges LH, Salaroli LB, Molina, MB. Dores osteomusculares e fatores associados em motoristas de carretas nas rodovias do Espirito Santo. *Rer Bras Pesq em Saúde.* 2010;12(1):72-78.

Sayers SP; Clarkson PM. Short-Term immobilization after eccentric Exercise. Part II: Creatine Kinase and Myoglobin. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 v.35, n.5, p.762-768, 2003.

Scott SC, Goldeberg, MS, Mayo, NE. The association between cigarette smoking and back pain in adults. *Spine.* 1999;24(11):1090-8.

Seffinger MA, Buser BR, Licciardone JC, Lipton JA, Lynch JK, Patterson MM, Snow R, Troutman ME. Clinical Guideline Subcommittee on Low Back Pain; American Osteopathic Association. American Osteopathic Association guidelines for osteopathic manipulative treatment (OMT) for patients with low back pain. *J Am Osteopath Assoc.* 2010;110(11):653-66.

Sen CK. Antioxidant and redox regulation of cellular signaling: introduction. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 368-370.

Sen CK, Packer L. Thiol homeostasis and supplements in physical exercise. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 72 (suppl): 653-69.

Siu PM. Muscle apoptotic response to denervation, disuse, and aging. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(10):1876-1886.

Skenderi KP; Kavouras SA; Anastasiou CA; Yannakouris N; Matalas AL. Exertional rhabdomyolysis during a 246-Km continuous running race. *Mec Sci Sports Exerc.* 2006;6: 1054-7.

Sorensen PH, Bendix T, Manniche C, Korsholm L, Lemvig D, Indahl A. An educational approach based on a non-injury model compared with individual symptom-based physical training in chronic LBP. A pragmatic, randomised trial with a one-year follow-up. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;17: 202-212.

Sotiriadou S, Kyparos A, Mougios V, Trontzos CH, Sidiras G, Matziari CH. Estrogen effect on some enzymes in rats after downhill running. *Physiol. Res.* 2003; 52: 743-748

Smeets RJ. Do patients with chronic low back pain have a lower level of aerobic fitness than healthy controls?: are pain, disability, fear of injury, working status, or level of leisure time activity associated with the difference in aerobic fitness level? *Spine.* 2006;31:90-7

Standaert CJ, Friedly J, Erwin MW, Lee MJ, Rehtine G, Henrikson NB, Norvell DC. Comparative effectiveness of exercise, acupuncture, and spinal manipulation for low back pain. *Spine (Phila Pa).* 2011;36(21 Suppl):120-30.

Steiger F, Wirth B, Bruin ED, Mannion F. Is a positive clinical outcome after exercise therapy for chronic non-specific low back pain contingent upon a corresponding improvement in the targeted aspect(s) of performance? A systematic review. *European Spine Journal.* 2012; 21(4): 575-598.

Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol.* 2001;91:1669-78.

Tak PP, Zvaifl er NJ, Green DR. Rheumatoid arthritis and p53: how oxidative stress might alter the course of inflammatory diseases. *Immunol Today,* 2000;21:78-82.

Teixeira MJ. Tratamento multidisciplinar do doente com dor. In: Carvalho, M. M. M. J. organizador. *Dor: um estudo multidisciplinar.* São Paulo: Summus Editorial.1999; 77-85.

Thomas E, Silman AJ, Croft PF. Predicting Who Develops Chronic Low Back Pain in Primary Care: a Prospective Study. *BMJ*. 1999;318:1648-62

Thomassian A, Carvalho F, Watanabe MJ, Silveira VF, Alves ALG, Hussni CA, Nicoletti JLM. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatino quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. *Bras J Veterin Res Anim Sci*. 2007; 44:183-190.

Thrall MA. Bioquímica clínica de mamíferos não domésticos, aves, répteis e anfíbios comuns. In: Thrall, MA. (Ed.). *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. 1. ed. São Paulo: Roca, 2007. cap. 31, p. 433-47.

Todorovic SM, Jevtovic-Todorovic V, Meyenburg A, Mennerick S, Perez-Reyes E, Romano C, Onley JW, Zorumski CF. Redox modulation of T-type calcium channels in rat peripheral nociceptors. *Neuron*, 2001. 31(1):75-85.

Trevisani M, Siemens J, Materazzi S, Bautista DM, Nassini R, Campi B, Imamachi N, Andre E, et al. 4-Hidroxy-nonenal, an endogenous aldehyde, causes pain and neurogenic inflammation through activation of the irritant receptor TRPA1. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007;104(33):13519-13524.

Tsuji T, Matsuyama Y, Sato K. Epidemiology of low back pain in the elderly: correlation with lumbar lordosis. *J Orthop Sci*. 2001;6(4): 307-11.

Turner JA, Franklin G, Heagerty PJ, Wu R, Egan K, Fulton-Kehoe D. The association between pain and disability. *Pain*. 2004;112: 307-314.

Wang XQ, Zheng JJ, Yu ZW, Bi X, Lou SJ, Liu J, Cai B, Hua YH, Wu M, Wei ML, Shen HM, Chen Y, Pan YJ, Xu GH, Chen PJ. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS One*. 2012;7(12):e52082.

Westgard JO, Barry PL, Hunt MR, Groth T. A multi-rule shewhart chart quality control in clinical chemistry. *Clin Chem*. 1981; 27:493:501.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). A Manual of Classification Relating to the Consequences of Disease. Geneva: WHO, 2001.

Weigand K, Riediger C, Stremmel W, Flechtenmacher C, Encke J. Are heat stroke and physical exhaustion underestimated causes of acute hepatic failure? *World J Gastr* 2007;13(2): 306-309.

Wiesel SW et al. *The lumbar spine*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996.

Wynne-Jones G, Dunn KM, Main CJ. The Impact of Low Back Pain on Work: a Study in Primary Care Consultants. *Eur J Pain*. 12(2), 2008. 180-8.

Yu J, Kim AK. Effect of Taurine on Antioxidant Enzyme System in B16F10 Melanoma Cells In AZUMA, J. et al. *Advances in Experimental Medicine and Biology: Taurine 7*. United States: Springer, vol. 643, chapter 48, 2008.

Van Santen M, Bolwijn P, Landewe R, Verstappen F, Bakker C, Hidding A, et al. High or low intensity aerobic fitness training in fibromyalgia: Does it matter? *J Rheumatol*. 2012;29(3):582-7.

Van-Middelkoop M, Rubinstein SM, Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Koes BW, Van-Tulder MW. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Europ Spine J*. 2011; 20(1): 19-39.

Vasilaki A, Mansouri A, Van Remmen H. "Free radical generation by skeletal muscle of adult and old mice: effect of contractile activity," *Aging Cell*, 2006; 5(2):109-117.

Videman T, Battié MC. The Influence of Occupation on Lumbar Degeneration. *Spine*. 1999;(24): 1164-1168.

Viggiano A, Monda M, Viggiano D, Viggiano E, Chieffari M, Aurilio C, De Luca B. Trigeminal pain transmission requires reactive oxygen species production. *Brain Res*, 2005;1050(1):72-78.

Vlako M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Intern J Biochem & Cell Biol.* 2007; 39(1):44-84.

Zoppi CC, Hohl R, Silva FC, Lazarim F, Antunes Neto, JMF, Stancanneli M, Macedo DV. Vitamin C and E supplementation effects in professional soccer players under regular training. *J Intern Soc of Sport Nutrit.* 2006;3(2): 42-54.

ANEXO

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Informado - TCLE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO E INFORMADO - TCLE

Estamos realizando um projeto de pesquisa envolvendo a Tese de Doutorado intitulada: **Efeitos do Exercício Aeróbico e da Terapia Manipulativa sobre Marcadores Bioquímicos de Lesão Musculoesquelética e Parâmetros Funcionais em Motoristas Profissionais com Lombalgia Crônica.**

OBJETIVOS DA PESQUISA:

O Sr. foi plenamente esclarecido de que participando deste projeto, estará participando de um estudo de cunho acadêmico, que tem como um dos objetivos gerais: Analisar os efeitos isolados e associados do exercício aeróbico e da terapia manipulativa musculoesquelética sobre marcadores bioquímicos e parâmetros funcionais em motoristas profissionais que tem lombalgia crônica. E os objetivos específicos desta Tese são: Avaliar quantitativa e qualitativamente a dor lombar dos motoristas pré e pós intervenção; Apurar os níveis de força dinâmométrica lombar, escapular e de quadríceps, pré e pós intervenção; Identificar o comportamento de enzimas envolvidas em lesão musculoesquelética pré e pós intervenção; Verificar as respostas nos escores funcionais da coluna lombar pré e pós intervenção; Avaliar as respostas Eletromiográficas de músculos lombares (iliocostal lombar e multifídeos) pré e pós intervenção; Avaliar a existência de correlação entre enzimas de envolvidas na lesão musculoesqueléticas e valores de força alcançados expressos em Kgf; Verificar a existência de correlação entre enzimas de envolvidas na lesão musculoesqueléticas e escores funcionais da coluna lombar.

PROCEDIMENTOS QUE SERÃO NECESSÁRIOS:

Os procedimentos de pesquisa envolverão realizar no início e no final dos procedimentos de pesquisa: testes de força dinâmométrica lombar, que envolve teste de força com equipamentos de puxar (lombar). Este teste será realizado em poucos minutos; Teste de aptidão cardiorrespiratória através de caminhada; Coleta de pequena quantidade

de sangue para análise laboratorial, com seringa e agulha descartável e na região antecubital (frente do cotovelo) sendo puncionado por pessoal devidamente capacitado da área de Enfermagem; Eletromiografia de Superfície envolvendo músculos da coluna lombar (iliocostal lombar e multifídeos) - a Eletromiografia de Superfície envolve a colocação de 8 eletrodos auto adesivos para coletar a atividade elétrica da musculatura, sendo que o avaliado não experimenta nenhuma sensação de desconforto elétrico, ou dor. A parte aplicada (procedimentos de pesquisa) envolverá a distribuição dos voluntários de forma aleatória em 3 grupos. O G.1 será controle para os demais (não será submetido aos procedimentos de pesquisa). O G.2 será atendido com Terapia Manual na coluna lombar, com 3 atendimentos semanais, até completar 10 atendimentos (próximo de 1 mês). O G.3 fará treino aeróbico através de caminhada, 3 vezes por semana durante 1 mês.

LIBERDADE DE PARTICIPAÇÃO E RETIRADA DO CONSENTIMENTO:

Embora o Sr. venha a aceitar a participar neste projeto como voluntário, estará garantido que o Sr. poderá desistir a qualquer momento bastando para isso informar sua decisão ao pesquisador ou ao grupo de apoio da pesquisa.

EXISTÊNCIA OU NÃO DE RISCOS AO VOLUNTÁRIO:

Foi esclarecido ainda que, por ser uma participação voluntária e sem interesse financeiro o Sr. não terá direito a nenhuma remuneração. Desconhecemos qualquer risco ou prejuízos por participar dela. Os dados referentes ao Sr. serão sigilosos e privados, preceitos estes assegurados pela Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo que o Sr. poderá solicitar informações durante todas as fases do projeto, inclusive após a publicação dos dados obtidos a partir desta. Autoriza ainda a gravação da voz na oportunidade da entrevista.

DADOS DOS PESQUISADORES E CONTATO:

A coleta de dados será realizada pelo grupo do Laboratório de Biomecânica da UNESC - LABIOMECC e do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício - LAFIBE, sob responsabilidade do fisioterapeuta e docente da universidade, **Professor Willians Cassiano Longen (fone: (48) 3431-2652 e (48) 9988-3358 E-mail: willians@unesc.net)**, Coordenador do Curso de Fisioterapia da UNESC e Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde - PPGCS / UNESC, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Aurino de Pinho, Pró-Reitor de Pós Graduação, Pesquisa e Extensão da UNESC (Fone:

48 3431-2607). O telefone do Comitê de Ética da UBESC é 3431.2723.

Criciúma (SC)_____de_____de 2011.

Assinatura do Participante

ANEXO B
Termo de Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa - CEP



Universidade do Extremo Sul Catarinense UNESC

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

Resolução

Comitê de Ética em Pesquisa, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/Ministério da Saúde analisou o projeto abaixo.

Projeto: 122/2011

Pesquisador:

Willians Cassiano Longen

Título: "EFEITOS DO EXERCÍCIO AERÓBICO E DA TERAPIA MANIPULATIVA SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS DE LESÃO MUSCULOESQUELÉTICA E PARÂMETROS FUNCIONAIS EM MOTORISTAS PROFISSIONAIS COM LOMBALGIA CRÔNICA".

Este projeto foi Aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos, de acordo com as Diretrizes e Normas Internacionais e Nacionais. Toda e qualquer alteração do Projeto deverá ser comunicado ao CEP. Os membros do CEP não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores

Criciúma, 03 de maio de 2011.

Mágada T. Schwalm

Coordenadora do CEP

ANEXO C
Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire

Owestry Low Back Pain Disability Questionnaire - ODQ 2.0

1. Intensidade da dor:

- (0) Não sinto dor no momento;
- (1) A dor é muito leve no momento;
- (2) A dor é moderada no momento;
- (3) A dor é razoavelmente intensa no momento;
- (4) A dor é muito intensa no momento;
- (5) A dor é a pior que se pode imaginar no momento.

2. Cuidados pessoais:

- (0) Posso cuidar de mim mesmo normalmente sem que isso aumente a dor;
- (1) Posso cuidar de mim mesmo normalmente, mas sinto muita dor;
- (2) Sinto dor ao cuidar de mim mesmo e faço isso lentamente e com cuidado;
- (3) Necessito de alguma ajuda, porém consigo fazer a maior parte dos meus cuidados pessoais;
- (4) Necessito de ajuda diária na maioria dos aspectos de meus cuidados pessoais;
- (5) Não consigo me vestir, lavo-me com dificuldade e permaneço na cama.

3. Levantar objetos:

- (0) Consigo levantar objetos pesados sem aumentar a dor;
- (1) Consigo levantar objetos pesados, mas isso aumenta a dor;
- (2) A dor me impede de levantar objetos pesados do chão, mas consigo levá-los se estiverem convenientemente posicionados, por exemplo, sobre uma mesa;
- (3) A dor me impede de levantar objetos pesados, mas consigo levantar objetos leves a moderados, se estiverem convenientemente posicionados;
- (4) Consigo levantar apenas objetos muito leves;
- (5) Não consigo levantar ou carregar absolutamente nada.

4. Caminhar:

- (0) A dor não me impede de caminhar qualquer distância;

- (1) A dor me impede de caminhar mais de 1.600 metros (aproximadamente 16 quarteirões de 100 metros);
- (2) A dor me impede de caminhar mais de 800 metros (aproximadamente 8 quarteirões de 100 metros);
- (3) A dor me impede de caminhar mais de 400 metros (aproximadamente 4 quarteirões de 100 metros);
- (4) Só consigo andar usando uma bengala ou muletas; (5) Fico na cama a maior parte do tempo e preciso me arrastar para ir ao banheiro.
- (5) Fico na cama a maior parte do tempo e preciso me arrastar para ir ao banheiro.

5. Sentar:

- (0) Consigo sentar em qualquer tipo de cadeira durante o tempo que quiser;
- (1) Consigo sentar em uma cadeira confortável durante o tempo que quiser;
- (2) A dor me impede de ficar sentado por mais de 1 hora;
- (3) A dor me impede de ficar sentado por mais de meia hora;
- (4) A dor me impede de ficar sentado por mais de 10 minutos;
- (5) A dor me impede de sentar.

6. Ficar em pé:

- (0) Consigo ficar em pé o tempo que quiser sem aumentar a dor;
- (1) Consigo ficar em pé durante o tempo que quiser, mas isso aumenta a dor;
- (2) A dor me impede de ficar em pé por mais de 1 hora;
- (3) A dor me impede de ficar em pé por mais de meia hora;
- (4) A dor me impede de ficar em pé por mais de 10 minutos;
- (5) A dor me impede de ficar em pé.

7. Dormir:

- (0) Meu sono nunca é perturbado pela dor;
- (1) Meu sono é ocasionalmente perturbado pela dor;
- (2) Durmo menos de 6 horas por causa da dor;
- (3) Durmo menos de 4 horas por causa da dor;
- (4) Durmo menos de 2 horas por causa da dor;
- (5) A dor me impede totalmente de dormir.

8. Vida sexual:

- (0) Minha vida sexual é normal e não aumenta minha dor;
- (1) Minha vida sexual é normal, mas causa um pouco mais de dor;
- (2) Minha vida sexual é quase normal, mas causa muita dor;
- (3) Minha vida sexual é severamente limitada pela dor;
- (4) Minha vida sexual é quase ausente por causa da dor;

(5) A dor me impede de ter uma vida sexual.

9. Vida social:

(0) Minha vida social é normal e não aumenta a dor;

(1) Minha vida social é normal, mas aumenta a dor;

(2) A dor não tem nenhum efeito significativo na minha vida social, porém limita alguns interesses que demandam mais energia, como por exemplo, esporte, etc;

(3) A dor tem restringido minha vida social e não saio de casa com tanta frequência;

(4) A dor tem restringido minha vida social ao meu lar;

(5) Não tenho vida social por causa da dor.

10. Locomoção (de ônibus, táxi...):

(0) Posso ir a qualquer lugar sem sentir dor;

(1) Posso ir a qualquer lugar, mas isso aumenta a dor;

(2) A dor é intensa, mas consigo me locomover durante 2 horas;

(3) A dor restringe-me a locomoções de menos de 1 hora;

(4) A dor restringe-me a pequenas locomoções necessárias de menos de 30 minutos;

(5) A dor impede de locomover-me, exceto para receber tratamento.

Grau de Incapacidade
Mínima (0 – 19)
Moderada (20 – 39)
Severa (40 – 60)

Fonte: Martins NS. Adaptação cultural e linguística do Owestry Low Back Pain Disability Questionarie - *ODQ 2.0*. Coimbra: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra. 2002.

ANEXO D
Visual Analogue Scale - VAS

Visual Analogue Scale - VAS