

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO
TRABALHO – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL POR
MEIO DE INCLINOMETRIA E REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE
BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS**

FERNANDA MARIA FATURI

SÃO CARLOS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO
TRABALHO – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL POR
MEIO DE INCLINOMETRIA E REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE
BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS**

FERNANDA MARIA FATURI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientação: PROFA. DRA. TATIANA DE OLIVEIRA SATO

Co-orientação: PROF. DR. THIAGO LUIZ DE RUSSO

SÃO CARLOS

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F254do Faturi, Fernanda Maria.
Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho :
avaliação da exposição ocupacional por meio de
inclinometria e revisão sistemática sobre biomarcadores
inflamatórios / Fernanda Maria Faturi. -- São Carlos :
UFSCar, 2014.
62 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2014.

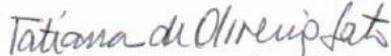
1. Fisioterapia. 2. Trabalho. 3. Lesões por esforços
repetitivos. 4. Inclinometria. 5. Biomarcadores inflamatórios.
6. Citocinas. I. Título.

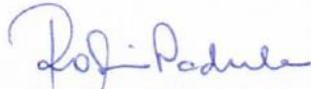
CDD: 615.82 (20ª)

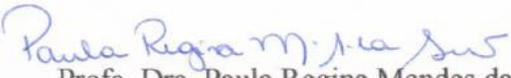
FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora para Defesa de Dissertação de Mestrado de FERNANDA MARIA FATURI, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 28 de fevereiro de 2014.

Banca Examinadora


Profª. Dra. Tatiana de Oliveira Sato
(UFSCar)


Profª. Dra. Rosimeire Simprini Padula
(UNICID)


Profª. Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão
(UFSCar)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pela paciência que tiveram nas minhas horas de desespero e quando muitas vezes quis abandonar tudo. Dizer um simples obrigada jamais será suficiente. Obrigada por todo sacrifício que tiveram de enfrentar por mim. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por me dar o apoio necessário nos momentos de desespero.

Aos professores Tatiana de Oliveira Sato e Thiago Luiz de Russo, pela paciência que devotaram em me passar todo o conhecimento necessário.

À todos do laboratório por me ajudarem e pela amizade que se formou.

Aos Professores, Gert-Åke Hansson, Lothy Grandvist e Letícia Carnaz pela dedicação e imensa ajuda durante as etapas do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

E a todos que de alguma maneira me auxiliaram para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

Contextualização: As Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT) são associados a fatores de risco biomecânicos e psicossociais. A avaliação precisa da exposição no trabalho por meio de equipamentos de medida direta permite identificar os fatores de risco. Questionários auto-aplicáveis e biomarcadores inflamatórios também podem ser aplicados neste contexto. Diante disso, foram realizados dois estudos visando compreender estes aspectos.

Objetivos: O Estudo 1 teve por objetivo descrever a exposição biomecânica da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio e correlacionar aspectos biomecânicos e psicossociais com indicadores clínicos e funcionais. O Estudo 2 teve por objetivo verificar se os biomarcadores inflamatórios estão alterados em indivíduos com LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório por meio de uma revisão sistemática da literatura.

Métodos: No estudo 1 foram avaliados 28 trabalhadores do sexo masculino por questionários referentes a sintomas musculoesqueléticos, incapacidade e estresse no trabalho. Inclinômetros (Logger Tecknologi, Åkarp, Sweden) foram utilizados para avaliar as posturas durante o trabalho. No Estudo 2 foi realizada uma pesquisa nas bases de dados eletrônicas *Medline*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Scopus* e *Cinahl*. A última pesquisa foi realizada em maio de 2013. Foram selecionados estudos que investigaram a relação entre marcadores inflamatórios e LER/DORT em indivíduos que realizassem atividades ocupacionais ou tarefas simuladas. Não houve restrição em relação ao idioma e data de publicação.

Resultados: O Estudo 1 mostrou que os trabalhadores apresentaram pequena flexão da coluna lombar. A elevação dos ombros atingiu valores superiores a 90° em menos que 4% do tempo. O intervalo de almoço apresentou menor velocidade angular para coluna lombar e ombros. Correlações significantes foram encontradas entre tempo em flexão maior que 15° e sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses, inclinação do tronco e apoio social, velocidade do ombro e sintomas nos últimos 12 meses e controle e sintomas do ombro. Trabalhadores ativos apresentaram maior proporção de sintomas no ombro nos últimos 12 meses e trabalhadores com baixo desgaste procuraram assistência à saúde por sintomas nos ombros com maior frequência. No Estudo 2 a busca eletrônica resultou em 410 estudos, dos quais nove atenderam aos critérios de inclusão, sendo cinco quase experimentais e quatro observacionais. Nenhum estudo experimental foi encontrado. Quatro estudos foram considerados de alta e cinco de baixa qualidade metodológica. A interleucina 6 foi avaliada em oito estudos, TNF α em seis estudos, interleucina1 β em quatro estudos, proteína C reativa em três estudos e interleucinas 8 e 10 em dois estudos. Treze outros marcadores inflamatórios foram encontrados em apenas um estudo cada.

Conclusão: A exposição dos trabalhadores aos fatores de risco posturais foi descrita. A velocidade angular permitiu diferenciar a exposição do trabalho e descanso. Houve correlação entre fatores biomecânicos, psicossociais e clínicos. Fatores psicossociais podem interferir na exposição biomecânica. Em relação aos biomarcadores inflamatórios, o nível de evidência obtido foi inconclusivo uma vez que os resultados foram inconsistentes entre os estudos. Padronização das medidas e cuidados metodológicos são fortemente recomendados.

Palavras-chave: lesões por esforços repetitivos, Fisioterapia do Trabalho, exposição ocupacional, dor crônica, postura, inclinometria, estresse, inflamação, biomarcadores inflamatórios, citocinas.

ABSTRACT

Background: Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) are associated with biomechanical and psychosocial risk factors. Accurate assessment of exposure at work by means of direct measurement equipment allows risk factors identification. Self-reported questionnaires and inflammatory biomarkers can also be applied in this context. Therefore, two studies were conducted aiming to understand these aspects.

Objectives: Study 1 aimed to describe the biomechanical exposure of the lumbar spine and shoulders in industrial workers and to correlate biomechanical and psychosocial aspects with functional and clinical indicators. Study 2 aimed to determine whether inflammatory biomarkers are altered in individuals with WMSD performing occupational activities or simulated tasks in the laboratory by means of a systematic literature review.

Methods: In study 1 twenty eight male workers were evaluated by questionnaires related to musculoskeletal symptoms, disability and workplace stress. Inclinometers (Logger Tecknologi, Åkarp, Sweden) were used to assess the postures at work. In Study 2, a survey was conducted in the electronic databases including Medline, Science Direct, Web of Science, Scopus and CINAHL. The last survey was conducted in May 2013. Studies that investigated the relationship between inflammatory markers and WMSD in individuals who performed work activities or simulated tasks were selected. There were no restrictions regarding the language and date of publication.

Results: Study 1 showed that workers showed slight flexion of the lumbar spine. The elevation of the shoulders reached values above 90° in less than 4% of the work time. The lunch break showed lower lumbar spine and shoulders angular velocity. Significant correlations were found between time in flexion greater than 15 and symptoms in the lumbar spine in the last 12 months, lumbar inclination and social support, velocity and shoulder symptoms in the last 12 months and control and shoulder symptoms. Active workers had higher proportion of shoulder symptoms in the past 12 months and workers with low strain sought health care for symptoms in the shoulders more often. In Study 2 the electronic search yielded 410 studies, of which nine met the inclusion criteria, five quasi-experimental and four observational. No experimental study was found. Four studies were considered high and five low methodological quality. Interleukin 6 was evaluated in eight studies, TNF α in six studies, interleukin1 β in four studies, C-reactive protein in three studies and interleukins 8 and 10 in two studies. Thirteen other inflammatory markers were found in only one study each.

Conclusion: Exposure of workers to postural risk factors were described. The angular velocity differentiate exposure of work and rest. Correlation between biomechanical, psychosocial and clinical factors were found. Psychosocial factors may interfere with the biomechanical exposure. In relation to inflammatory biomarkers, the level of evidence obtained was inconclusive because the results were inconsistent between studies. Standardization of measures and methodological improvements are strongly recommended.

Keywords: cumulative trauma disorders, Physical Therapy in Occupational Health, occupational exposure, chronic pain, posture, inclinometry, stress, inflammation, inflammatory biomarkers, cytokines.

LISTA DE FIGURAS

Estudo 1

Figura 1. Fluxograma dos participantes do estudo..... 15

Figura 2. A. Correlação entre sintomas no ombro nos últimos 12 meses e velocidade mediana do ombro [0= não; 1=sim]; B. Correlação entre sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses e tempo gasto em flexão maior que 15° [0= não; 1=sim] e C. Correlação entre apoio social e inclinação da coluna lombar [0= baixo; 1=alto] 22

Estudo 2

Figura 1. Fluxograma das etapas da revisão sistemática 40

LISTA DE TABELAS

Estudo 1

Tabela 1. Descrição das atividades realizadas pelos trabalhadores laminadores e prensistas	13
Tabela 2. Características pessoais e demográficas dos trabalhadores, separadamente para os laminadores e prensistas e para amostra total	18
Tabela 3. Percentis 10 (10 ^o), 50 (50 ^o) e 90 (90 ^o), setores angulares e velocidade angular para os movimentos de flexão-extensão e inclinação lateral da coluna lombar e elevação dos ombros em laminadores e prensistas de uma indústria de alumínio separadamente para as tarefas de trabalho e intervalo de almoço (900). *p<0,05 entre 120 e 130 para ombro direito e 120 e 110 para ombro esquerdo; †p<0,05 entre 120 e 900 para o ombro direito e 120 e 130 para o ombro esquerdo	20

Estudo 2

Tabela 1. Combinação de palavras chave (<i>strings</i>) utilizadas nas ferramentas de busca	36
Tabela 2. Principais características dos artigos selecionados	43
Tabela 3. Avaliação da qualidade dos artigos selecionados	46
Tabela 4. Síntese dos principais achados e conclusões dos artigos selecionados	49

SUMÁRIO

Contextualização	1
Estudo 1	8
Introdução	11
Métodos	12
Resultados	17
Discussão	23
Conclusões	27
Referências	28
Estudo 2	31
Introdução	34
Métodos	35
Resultados	39
Discussão	51
Conclusões	55
Referências	55
Considerações finais	59
Anexo 1	62

Contextualização

As LER/DORT compreendem distúrbios dos membros superiores, inferiores e coluna vertebral associados a fatores de risco presentes no local de trabalho¹⁻³. Estes distúrbios compreendem entidades ortopédicas e neurológicas bem definidas, tais como síndrome do túnel do carpo, tendinite bicipital, síndrome de De Quervain e também síndromes dolorosas difusas⁴.

A prevalência das LER/DORT vem crescendo de forma preocupante no mundo, atingindo proporções epidêmicas⁵ e gerando gastos exorbitantes^{6,7}. Estão presentes em diversos setores econômicos⁸⁻¹², afetando diferentes estruturas corporais¹³⁻¹⁵.

Em geral, estes distúrbios estão associados à incapacidade laboral temporária ou permanente^{16,17,11}, principalmente devido à dor¹⁸. As LER/DORT tem aparecimento insidioso¹⁸ e os fatores de riscos responsáveis pelo surgimento e agravamento das LER/DORT são múltiplos^{1,19,20}.

Dentre os principais fatores de risco biomecânicos reconhecidamente associados às LER/DORT pode-se citar o uso de força excessiva, posturas e movimentos inadequados e/ou sustentados e repetitividade, associados a tempo de recuperação insuficiente^{1,7,21,22}. Porém, fatores psicossociais podem também estar associados ao aparecimento das LER/DORT²³⁻²⁵.

Alguns estudos mostram a relação entre os fatores de risco e o desenvolvimento das LER/DORT^{1,4,10,12,26-29}. Existem estudos que mostram a relação dos fatores de risco biomecânicos e a ocorrência destes distúrbios^{12,29,30}. Outros estudos, mostram a relação das lesões com os fatores de risco psicossociais^{5,8,9,11,31}. Contudo, poucos estudos relacionam os fatores de risco biomecânicos com os fatores de risco psicossociais e também a maioria das medidas não é realizada em ambiente de trabalho real²⁶.

Uma abordagem recente das LER/DORT inclui a avaliação de biomarcadores inflamatórios, a qual visa compreender as vias fisiopatológicas associadas a estes distúrbios³²⁻³⁶. As vias estudadas incluem a inflamação tecidual, a qual pode tornar-se crônica em virtude da exposição continuada aos fatores de risco ocupacionais^{37,38}.

O processo inflamatório presentes nas LER/DORT é uma resposta do sistema imunológico que se inicia com a lesão tecidual causada pela exposição aos fatores de risco ocupacionais^{21,32,33,39}. A lesão provoca a liberação de marcadores inflamatórios^{40,41}.

Os biomarcadores inflamatórios são glicoproteínas extracelulares mediadoras da resposta inflamatória no organismo⁴²⁻⁴⁵. Estas glicoproteínas são produzidas por diferentes tipos de células presentes no local da lesão⁴⁶ e também por células do sistema imunológico^{45,47,48}, sendo compreendidas por famílias de citocinas, tais como, interleucinas, interferons, fatores de necrose tumoral (TNF) e fator de transformação do crescimento (TGF)⁴³.

A resposta inflamatória pode ser modulada por duas grandes famílias de proteínas, as pró-inflamatórias, que aumentam a resposta inflamatória e as anti-inflamatórias, que atenuam esta resposta⁴⁵. Estes biomarcadores são muitas vezes produzidos em cascatas, ou seja, um biomarcador estimula uma célula alvo a qual produz biomarcadores adicionais em sequência⁴⁴.

Concomitantemente a um estímulo lesivo uma aferência é transmitida à medula, onde ocorre a liberação de substância P, que por sua vez liberará uma série de biomarcadores inflamatórios. Uma cascata de eventos será induzida a partir da lesão inicial causando um exsudato inflamatório no local da lesão, onde inicialmente estão envolvidas células do sangue, sobretudo os neutrófilos na fase aguda da lesão e macrófagos na fase crônica⁴⁹. Como forma de reparação do tecido lesado, muitas outras

proteínas serão liberadas, como exemplo, a prostaglandina E2 que acredita-se melhorar a circulação através da vasodilatação e conseqüentemente dar início a liberação e circulação das citocinas³⁸ e a bradicinina que possui propriedades analgésicas⁵⁰.

Todo processo inflamatório é altamente controlado no organismo evitando respostas exacerbadas que poderiam ser ainda mais lesivas. Estudos mostram uma série de citocinas encontradas no local da lesão, tais como, a IL-6, IL-10, IL-1 e TNF- α ^{21,51-53}. A IL-6 possui propriedades pró-inflamatórias, induzindo o crescimento e proliferação celular e também aumentando os receptores solúveis de TNF- α ⁵¹. Esta interleucina possui também propriedade anti-inflamatória, estimulando a síntese de IL-10⁵⁵ e receptores antagonistas de IL-1. Deste modo, a IL-6 possui papel chave na remodelação da lesão⁵⁵. A IL-10 é uma citocina anti-inflamatória, pois ela inibe a síntese de citocinas através de células T e macrófagos⁵⁶.

Muitas outras proteínas podem induzir a síntese e estimular a secreção sistêmica de citocinas responsáveis pela resposta inflamatória, como exemplo a bradicinina que pode induzir a secreção de TNF- α e IL-1 β a partir dos macrófagos⁵⁴. Assim, a rede de biomarcadores responsáveis pelo controle da resposta à inflamação é complexa.

Grande parte do conhecimento dos mecanismos inflamatórios em situações de esforço repetitivo advém de trabalhos experimentais com animais^{34,58,59} e cultura celular *in vitro*^{60,61}. Nas últimas décadas, alguns estudos com seres humanos têm demonstrado mudanças nos níveis dos biomarcadores inflamatórios relacionados com a dor⁶² e com as LER/DORT^{21,32-36,39,63}. Entretanto, ainda há uma lacuna no entendimento sobre a utilização das citocinas para monitorar as respostas do organismo à sobrecarga biomecânica.

A avaliação dos biomarcadores inflamatórios no contexto da LER/DORT é uma abordagem recente, assim, não foi possível identificar revisões sistemáticas sobre o

tema. Diante disto foram realizados dois estudos os quais tiveram por objetivo: 1. descrever a exposição postural da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio e correlacionar esta exposição física com indicadores clínicos funcionais e psicossociais e 2. verificar se os biomarcadores inflamatórios estão alterados em indivíduos com LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório por meio de uma revisão sistemática da literatura. O primeiro estudo encontra-se em fase final de elaboração para ser submetido a um periódico da área e o segundo estudo encontra-se submetido ao *Brazilian Journal of Physical Therapy* (Anexo 1).

Referências

1. Bernard BP. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiological evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back. Cincinnati (OH): United States Department services; 1997.
2. Yassi A. Repetitive strain injury. *Lancet*. 1997; 29, 349(9056): 943-947.
3. Nordin M. Musculoskeletal disorders in the workplace. Principles and Practice. Mosby. 1997; United States of America, p. 67.
4. Costa BR, Vieira ER. Risk factors work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*. 2010; 53:285-323.
5. Salin CA. Doenças do Trabalho: exclusão, segregação e relações do gênero. São Paulo em Perspectiva 2003; 17: 11-24.
6. Buckle P. Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. *Occupational Medicine*. 2005; 55:164-167.
7. Punnett L, Wegman D. Work related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004; 14:13-23.
8. Moriguchi CS, Alencar JF, Miranda-Júnior LC, Coury HJCG. Sintomas musculoesqueléticos em eletricitistas de rede de distribuição de energia. *Rev Bras Fisioter*. 2009; 13(2):123-129.
9. Carvalho AJFP, Alexandre NMC. Sintomas osteomusculares em professores do ensino fundamental. *Rev Bras Fisioter*. 2006; 10(1):35-41.
10. Arvidsson I, Hansson G-Å, Mathiassen SE, Skerfving S. Neck postures in air traffic controllers with and without neck/shoulder disorders. *Applied Ergonomics*. 2008; 39:255-260.
11. Picoloto D, Silveira E. Prevalência de sintomas osteomusculares e fatores associados em trabalhadores de uma indústria metalúrgica de Canoas – RS. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2008; 13(2):507-516.

12. Åkesson I, Balogh I, Hansson GA. Physical workload in neck, shoulders and wrists/hands in dental hygienists during a work-day. *Applied Ergonomics*. 2012; 43:803-811.
13. Haukka E, Leino-Arjas P, Solovieva S, Ranta R, Viikari-Juntura E, Riihimaki H. Co-occurrence of musculoskeletal pain among female kitchen workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006; 80:141–148.
14. Kamaleri Y, Natvig B, Ihlebaek CM, Benth JS, Bruusgarad D. Number of pain sites is associated with demographic, lifestyle, and health related factors in the general population. *Eur J Pain*. 2008; 12 (16):742–748.
15. Carnes D, Parsons S, Ashby D, Breen A, Foster NE, Pincus T, Voguel S, Underwood M. Chronic musculoskeletal pain rarely presents in a single body sites: results from a UK population study. *Rheumatology*. 2007; 46(7):1168–1170.
16. Kapteyn A, Smith JP, van Soest A. Dynamics of work disability and pain. *J Health Econ*. 2008; 27(2):496–509.
17. Bevan S, Quadrello T, McGee R, Mahdon M, Vavrovsky A, Barham L. Fit for work - Musculoskeletal disorders in the European workforce. The Work Foundation. 2009; 1-143. Ref Type: Report.
18. Venturini PJF, Oliveira LA, Mattiello-Rosa SMG. Avaliação isocinética dos parâmetros pico de torque e potência no movimento de flexão do ombro de indivíduos portadores de DORT grau I. *Rev Bras Fisioter*. 2002; 6(2):55-62.
19. Padula RS, Souza VC, Gil Coury HJC. Tipos de preensão e movimentos do punho durante atividade de manuseio de carga. *Rev Bras Fisioter*. 2006; 10(1): 29-34.
20. Côté, P, Van der Velde G, Cassidy D, Carroll L, Hogg-Johnson S, Holm LW, Carragee EJ, Haldeman S, Nordin M, Hurwitz EL, Guzman J, Peloso PM. The burden and determinants of neck pain in workers: Results of the bone and joint decade 2000–2010 task force on neck pain and its associated disorders. *J of Manip and Physiol Therap*. 2009; 32(2): s70-s86.
21. Barbe MF, Barr AE, Gorzelanya I, Amina M, Gaughanc JP, Safadi FF. Chronic repetitive reaching and grasping results in decreased motor performance and widespread tissue responses in a rat model of MSD. *J Orthop Res*. 2003; 21(1):167–176.
22. King K, Davidson B, He Zhou B, Lu Y, Solomonow M. High magnitude cyclic load triggers inflammatory response in lumbar ligaments. *Clin Biomech*. 2009; 24(10):792–798.
23. S. Thorn. Muscular activity in light manual work – with reference to the development of muscle pain among computer users. Doctoral Thesis. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology, 2005.
24. Arvidsson I, Hansson GA, Mathiassen SE, Skerfving S. Changes in physical workload with implementation of mouse-based information technology in air traffic control. *Intern J of Indus Ergo*. 2006; 36(7):613-622.
25. Marras WS. Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*, 2000a; 43(7): 880-902.
26. Carnaz L, Batistaõ MV, Gil Coury HJC. A review of direct neck measurement in occupational settings. *Sensors*. 2010; 10:10967-10985.
27. Tokars E, Moro ARPA, Santos GG. Preponderance and possible factors associated to musculoskeletal symptoms in metals industry workers. *Work*. 2012; 41:5624-5626.

28. Hansson GA, Balogh I, Ohlsson K, Palsson B, Rylander L, Skerfving S. Impact of physical exposure on neck and upper limb disorders in female workers. *Applied Ergonomics*. 2000; 31(3):301-310.
29. Hansson GA, Balogh I, Byström J, Ohlsson K, Nordander C, Asterland P, Sjölander S, Rylander L, Winkel J, Skerfving S; Malmö Shoulder-Neck Study Group. Questionnaire versus direct technical measurements in assessing postures and movements of the head, upper back, arms and hands. *Scand J Work Environ Health*. 2001; 27(1):30-40.
30. Moriguchi CS, Carnaz L, Veirsted KJ, Hanvold TN, Haeg LB, Hansson GA, Coury HJCG. Occupational posture exposure among constructions electricians. *Applied Ergonomics*. 2013; 44(1):86-92.
31. Moriguchi CS, Alem MER, Coury HJC. Sobrecarga em trabalhadores da indústria avaliada por meio da escala de necessidade de descanso. *Rev Bras Fisioter*. 2011; 15(2):151-159.
32. Sjøgaard G, Zebis MK, Kiilerich K, Saltin B, Pilegaard H. Exercise training and work task induced metabolic and stress-related mRNA and protein responses in myalgic muscles. *Bio Med Res Int*. 2013; 2013:984-523.
33. Riondino S, La Farina F, Martini F, Guadagni F, Ferroni P. Functional impairment in video terminal operators is related to low-grade inflammation. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011; 84(7):745–751.
34. Kietrys DM, Barr A, Barbe MF. Exposure to repetitive tasks induces motor changes related to skill acquisition and inflammation in rats. *J Mot Behav*. 2011; 43(6):465-476.
35. Theorell T, Hasselhorn H-M, Vingård E, Andersson B. Interleukin 6 and cortisol in acute musculoskeletal disorders: results from a case-referent study in Sweden. *Stress Med*. 2000; 16(1):27-35.
36. Rosendal L, Kristiansen J, Gerdle B, Sjøgaard K, Peolsson M, Kjær M, Sorensen J, Larsson B. Increased levels of interstitial potassium but normal levels of muscle IL-6 and LDH in patients with trapezius myalgia. *Pain*. 2005; 119(1-3):201–209.
37. Barr AE, Barbe MF. Inflammation reduces physiological tissue tolerance in the development of work-related musculoskeletal disorders. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004; 14(1):77–85.
38. Barbe MF, Barr AE. Inflammation and the pathophysiology of work related musculoskeletal disorders. *Brain Behav Immun*. 2006; 20(5): 423–429.
39. Yang G, Marras WS, Best TM. The biochemical response to biomechanical tissue loading on the low back during physical work exposure. *Clin Biomech*. 2011; 26(5):431-437.
40. Nathan CF. Secretory products of macrophages, *J. Clin. Invest*. 1987; 79(2): 319-326.
41. Decker K. Biologically active products of stimulated liver macrophages (Kupffer cells). *Eur J Biochem*. 1990; 192(2):245- 261.
42. Watkins LR, Maier SF. The pain of being sick: implications of immune-to-brain communication for understanding pain. *Annual Review Psychology*. 2000; 51:29-54.
43. Sommer C. Cytokines and Pain. *Handbook of Clinical Neurology*. 2006; 81:231-248.
44. Zhang JM, An J. Cytokines, inflammation and pain. *Int Anesthesiology Clinical*. 2007; 45(2):27-37.

45. Oliveira CMB, Sakata RK, Issy AM, Gerola LR, Salomão R. Citocinas e dor. *Revista Brasileira de Anestesiologia*. 2011; 61(2):255-265.
46. Stevens RL, Austen KF. Recent advances in the cellular and molecular biology of mast cells. *Immunology Today*. 1989; 10(11):381-386.
47. Klein LM, Lavker RM, Matis WL, Murphy GF. Degranulation of human mast cells induces an endothelial antigen central to leukocyte adhesion. *Proc Nat Acad Sci*. 1989; 86(22):8972-8976.
48. Moller A, Grabbe J, Czarnetzki BM. Mast cells and their mediators in immediate and delayed immune reactions. *Skin Pharmacology*. 1991; 4(Suppl.):56-63.
49. Medzhitov R. Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*. 2008; 451:428-435.
50. Uçeyler N, Schafers M, Sommer C. Mode of action of cytokines on nociceptive neurons. *Exp Brain Res*. 2009; 196(1):67-78.
51. Backman C, Boquist L, Friden J, Lorentzon R, Toolanen G. Chronic Achilles paratenonitis with tendinosis: an experimental model in the rabbit. *Journal of Orthopaedic Research*. 1990; 8:511-517.
52. Archambault JM, Herzog W, Hart D. The effect of load history in an experimental model of tendon repetitive motion disorders. *Proceedings of the Marconi Research Conference, Marshall, CA, 1997*.
53. Barr AE, Barbe MF. Repetitive movement: a review of the evidence pathophysiological. *Phys Ther*. 2002; 82:173-187.
54. Biffl WL, Moore EE, Moore FA, Peterson VM. Interleukin-6 in the injured patient. Marker of injury or mediator of inflammation?. *Ann Surg*. 1996; 224(5):647-664.
55. Ortega E, García JJ, Bote ME, Martín-Cordero L, Escalante Y, Saavedra JM, Northoff H, Giraldo E. Exercise in fibromyalgia and related inflammatory disorders: known effects and unknown chances. *Exercise Immunology Review*. 2011; 42-65.
56. Fiorentino DF, Bond MW, Mosmann TR. Two types of mouse T helper cell. IV. Th2 clones secrete a factor that inhibits cytokine production by Th1 clones. *J Exp Med*. 1989; 179:2081-2095.
57. Tiffany CW, Burch RM. Bradykinin stimulates tumor necrosis factor and interleukin-1 release from macrophages. *FEBS Lett*. 1989; 247:189-192.
58. Barbe MF, Elliott MB, Abdelmagid SM, Amin M, Popoff SN, Safadi FF, Barr AE. Serum and tissue cytokines and chemokines increase with repetitive upper extremity tasks. *J Orthop Res*. 2008; 26:1320-1326.
59. Solomonow M, Zhou BH, Lu Y, King KB. Acute repetitive lumbar syndrome: a multi-component insight into the disorder. *J Bodywork Mov Ther*. 2012; 16:134-147.
60. Meltzer KR, Cao TV, Schad JF, King H, Stoll ST, Standley PR. In vitro modeling of repetitive motion injury and myofascial release. *J Bodywork Mov Ther*. 2010; 14:162-171.
61. Standley PR, Meltzer K. In vitro modeling of repetitive motion strain and manual medicine treatments: potential roles for pro- and anti-inflammatory cytokines. *J Bodywork Mov Ther*. 2008; 12(3):201-203.
62. Marchand F, Perreti M, McMahon SB. Role of the immune system in chronic pain. *Nature Review Neuroscience*. 2005; 6:521-532.
63. Rechart M, Shiri R, Matikainen S, Viikari-Juntura E, Karppinen J, Alenius H. Soluble IL-1RII and IL-18 are associated with incipient upper extremity soft tissue disorders. *Cytokine*. 2011; 51:149-153.

Estudo 1

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO BIOMECÂNICOS E
PSICOSSOCIAIS COM SINTOMAS MUSCULOESQUELÉTICOS NA
COLUNA LOMBAR E OMBRO EM TRABALHADORES DE UMA
INDÚSTRIA DE ALUMÍNIO**

Fernanda Maria Faturi, Letícia Carnaz, Mariana Vieira Batistão, Josiane Sotrato
Gonçalves, Lothy Granqvist, Gert Åke Hansson, Tatiana de Oliveira Sato

Resumo

Contextualização: Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho são associados a fatores de risco.

Objetivos: Descrever a exposição biomecânica da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio e correlacionar aspectos biomecânicos e psicossociais com indicadores clínicos e funcionais.

Método: Foram avaliados 28 trabalhadores do sexo masculino por questionários referentes a sintomas musculoesqueléticos, incapacidade e estresse no trabalho. Inclínômetros (Logger Tecknologi, Åkarp, Sweden) foram utilizados para avaliar as posturas durante o trabalho. Os dados foram analisados de forma descritiva e estatística. Todas as análises foram realizadas no software SPSS com nível de significância de 5%.

Resultados: Os trabalhadores apresentaram pequena flexão da coluna lombar. A elevação dos ombros atingiu valores superiores a 90° em menos que 4% do tempo. O intervalo de almoço apresentou menor velocidade angular para coluna lombar e ombros. Correlações significantes foram encontradas entre tempo em flexão maior que 15° e sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses ($r=-0,53$), inclinação do tronco e apoio social ($r=-0,60$), velocidade do ombro e sintomas nos últimos 12 meses ($r=0,56$ direito; $r=0,66$ esquerdo) e controle e sintomas do ombro ($r=0,50$). Trabalhadores ativos apresentaram maior proporção de sintomas no ombro nos últimos 12 meses ($r=0,58$) e trabalhadores com baixo desgaste procuraram assistência à saúde por sintomas nos ombros com maior frequência ($r=0,64$).

Conclusão: A exposição dos trabalhadores aos fatores de risco posturais foi descrita. A velocidade angular permitiu diferenciar a exposição do trabalho e descanso. Houve correlação entre fatores biomecânicos, psicossociais e clínicos. Fatores psicossociais podem interferir na exposição biomecânica.

Palavras chave: inclinometria, LER/DORT, ombro, coluna vertebral.

Abstract

Background: Work-related musculoskeletal disorders are associated with exposure to risk factors.

Objectives: To describe the biomechanical exposure of the lumbar spine and shoulders in industrial workers and to correlate the biomechanical and psychosocial aspects with clinical and functional indicators.

Method: 28 male workers were evaluated by questionnaires regarding to musculoskeletal symptoms, disability, stress at work and physical activity. Inclinometers (Logger Tecknologi, Åkarp, Sweden) were used to evaluate the positions of the shoulder and lumbar spine during work. Data were descriptively and statistically analyzed using SPSS software at 5% significance level.

Results: Workers showed low lumbar flexion angles. Shoulder elevation reached values above 90° in less than 4% of the work time. The lunch break showed lower median velocity for lumbar spine and shoulders movements. Significant correlations were found between time spent in lumbar flexion higher than 15° and symptoms in the last 12 months ($r=-0.53$), lumbar inclination and social support ($r=-0.60$), velocity and shoulder symptoms in the last 12 months ($r=0.56$ and $r=0.66$ for right and left shoulder) and between control and shoulder symptoms ($r=0.50$). Active workers showed higher proportion of shoulder symptoms in the last 12 months ($r=0.58$) and low strain workers seek health care due to shoulder symptoms more frequently ($r=0.64$).

Conclusion: The exposure of workers to postural risk factors was described. The angular velocity could differentiate exposure of work and rest. There was correlation between biomechanical, psychosocial and clinical indicators. Psychosocial factors can interfere with biomechanical exposure.

Palavras chave: inclinometry, work-related musculoskeletal disorders, shoulder, spine.

Introdução

As Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT) são distúrbios do sistema musculoesquelético relacionados à exposição do trabalhador a fatores de risco presentes no trabalho^{1,2}. Os principais fatores de risco biomecânicos são força excessiva, posturas e movimentos inadequados e repetitividade, associados a tempo de recuperação insuficiente²⁻⁶.

As posturas e movimentos adotados durante o trabalho possuem forte evidência de associação com distúrbios dos ombros e coluna vertebral². Em um estudo realizado em uma indústria de metal, por meio de questionários auto-aplicáveis, identificou-se que as principais queixas de desconforto ocorrem na coluna lombar e ombros⁷. Contudo existem poucos métodos disponíveis para avaliação do risco postural em ambiente real⁸.

A avaliação precisa das posturas e movimentos pode ser realizada por meio de equipamentos de medida direta, como o inclinômetro. Este equipamento é relativamente simples de usar e permite o registro contínuo com frequência de amostragem e precisão adequadas. Ele fornece os ângulos posturais de movimento em relação à linha da gravidade⁹, pode ser facilmente transportado dentro de qualquer ambiente de trabalho, possibilitando análises em ambiente real e é válido para o uso na análise cinemática^{9,10}.

Diversos estudos avaliam as posturas e movimentos em várias regiões corporais^{8,11,12}, entretanto apenas um estudo avaliou os movimentos da coluna vertebral por meio deste equipamento, sendo que esta avaliação não foi realizada em ambiente real de trabalho¹³.

Um estudo mostrou que trabalhadores de uma empresa de fundição de alumínio estão propensos a lesões musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho nos membros superiores e coluna lombar¹⁴. Estudos realizados em indústrias têm demonstrado que

aumento na velocidade de flexão lateral do tronco aumenta significativamente o risco de distúrbios lombares^{15,16}.

Contudo, os fatores de risco psicossociais também podem contribuir para queixas musculoesqueléticas¹⁷⁻²⁰. Karasek e Theorel (1990)²¹ mostram que as demandas de trabalho físicas e psicológicas, tomadas de decisões e o apoio de supervisores e colegas de trabalho podem causar estresse no trabalho afetando a saúde e a segurança no trabalho.

Marras et al.¹⁹ sugeriram que fatores psicossociais influenciam a sobrecarga na coluna em baixos níveis de intensidade física de trabalho. Um estudo de revisão sistemática mostra que a falta de apoio social e a insatisfação no trabalho possuem evidência de associação com distúrbios lombares²⁰.

Assim o objetivo deste estudo foi descrever a exposição postural da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio durante um dia de trabalho e correlacionar os aspectos biomecânicos e psicossociais com indicadores clínicos e funcionais.

Método

Local de estudo

O estudo foi conduzido em uma indústria de utensílios domésticos de alumínio, localizada no interior do estado de São Paulo. A empresa possui 265 trabalhadores sendo que 28 trabalham no setor de desbaste de placas de alumínio, o qual foi escolhido por ser um setor caracterizado por trabalho pesado. Este setor possui pouca iluminação, sendo que alguns trabalhadores realizavam trabalho em pé e outros na posição sentada e todos os trabalhadores utilizam óculos de sol para evitar o reflexo das lâminas. Devido ao ruído das máquinas a comunicação no setor é feita em grande parte por acenos e movimentação dos braços. Neste setor as placas de alumínio são introduzidas em

máquinas compostas por cilindros. Estas máquinas diminuem a espessura das lâminas e aumentam suas dimensões. Neste setor é realizado também o corte das placas em formatos que variam de acordo com o produto que será produzido.

Sujeitos

Foram avaliados 28 trabalhadores do sexo masculino, os quais correspondem à totalidade de trabalhadores do setor, sendo 21 laminadores e 7 prensistas. Os critérios para inclusão foram: trabalhadores do setor de desbaste de placas de alumínio, do sexo masculino que aceitaram participar do estudo. Foram considerados como critérios de exclusão: trabalhadores que apresentassem doenças crônicas e idade superior a 70 anos. Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 19035113.3.0000.5504). Os trabalhadores avaliados realizavam as funções de laminador e prensista. Para cada função as principais atividades foram identificadas, as quais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das atividades realizadas pelos trabalhadores laminadores e prensistas.

Laminador	Prensista
Atividade 1: pegar várias lâminas de alumínio de um palete e colocar em uma bancada acima do nível da cintura	Atividade 7: pegar a lâmina, colocar na máquina e colocar as sobras da lâmina em um gancho
Atividade 2: ajuste e limpeza da máquina	Atividade 8: retirar os discos cortados da máquina e colocar em uma banqueta localizada atrás do trabalhador
Atividade 3: pegar a lâmina de alumínio de cima da bancada e colocar na máquina	Atividade 9: retirar os excessos de alumínio do gancho e colocar no palete de reciclagem
Atividade 4: empurrar e puxar um carrinho	Atividade 10: arrumar o palete de reciclagem e transportá-lo até o local de acondicionamento
Atividade 5: atividades gerais como: empurrar ou puxar paleteiras, varrer o chão, etc	Atividade 11: trocar o estampo da máquina
Atividade 6: intervalo de almoço	Atividade 6: intervalo de almoço

Instrumentos

Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO)

Todos os sujeitos responderam ao Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares²² a respeito das queixas nas regiões do ombro e coluna lombar durante os últimos sete dias e doze meses, incapacidade para realizar atividades e procura por assistência à saúde.

Questionário de Estresse no Trabalho (*Job Stress Scale - JSS*)

O Questionário de Estresse no Trabalho é baseado no modelo teórico bidimensional de Karasek. Este modelo relaciona dois aspectos (demanda e controle) ao risco de adoecimento. O questionário possui 17 questões, sendo cinco referentes a demanda, seis para controle e seis para apoio social. A escala foi traduzida e adaptada, sendo validada em sua versão brasileira por Alves et al²³. A relação entre a soma dos itens possibilita a classificação dos trabalhadores em ativo (alta demanda e alto controle), passivo (baixa demanda e baixo controle), alto desgaste (alta demanda e baixo controle) e baixo desgaste (baixa demanda e alto controle). A classificação da demanda, controle e apoio social em alto ou baixo foi realizada a partir da mediana das respostas para cada dimensão avaliada.

Questionário de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*)

Foi utilizada a versão curta do IPAQ para avaliar o nível de atividade física de cada trabalhador. O IPAQ é um instrumento que permite estimar o tempo semanal gasto na realização de atividades físicas de intensidade moderada a vigorosa e em diferentes contextos da vida (trabalho, tarefas domésticas, transporte e lazer). O IPAQ possui oito questões, sendo duas referentes à atividade física de baixa intensidade, duas a atividades físicas moderadas, duas a atividades físicas vigorosas e duas sobre o tempo gasto na

postura sentada durante a semana e aos finais de semana. A classificação do nível de atividade pode ser inativo, irregularmente ativo, ativo e muito ativo²⁴.

Equipamentos

Um conjunto de quatro inclinômetros baseados em acelerômetros triaxiais e uma unidade de aquisição (Logger Tecknologi, Åkarp, Sweden) foram utilizados para avaliar as posturas e movimentos.

Procedimentos

Os trabalhadores responderam aos questionários no próprio local de trabalho. As avaliações foram realizadas por fisioterapeutas treinados, sendo compostas por questionários sobre dados demográficos, ocupacionais e os questionários específicos.

Os registros de movimento por meio da inclinometria foram realizados durante um dia de trabalho, sendo que 16 trabalhadores (54%) foram avaliados por este equipamento, destes 12 eram laminadores e 4 prensistas; dois trabalhadores realizavam as duas funções (Figura 1). A avaliação era realizada durante todo o turno de trabalho.

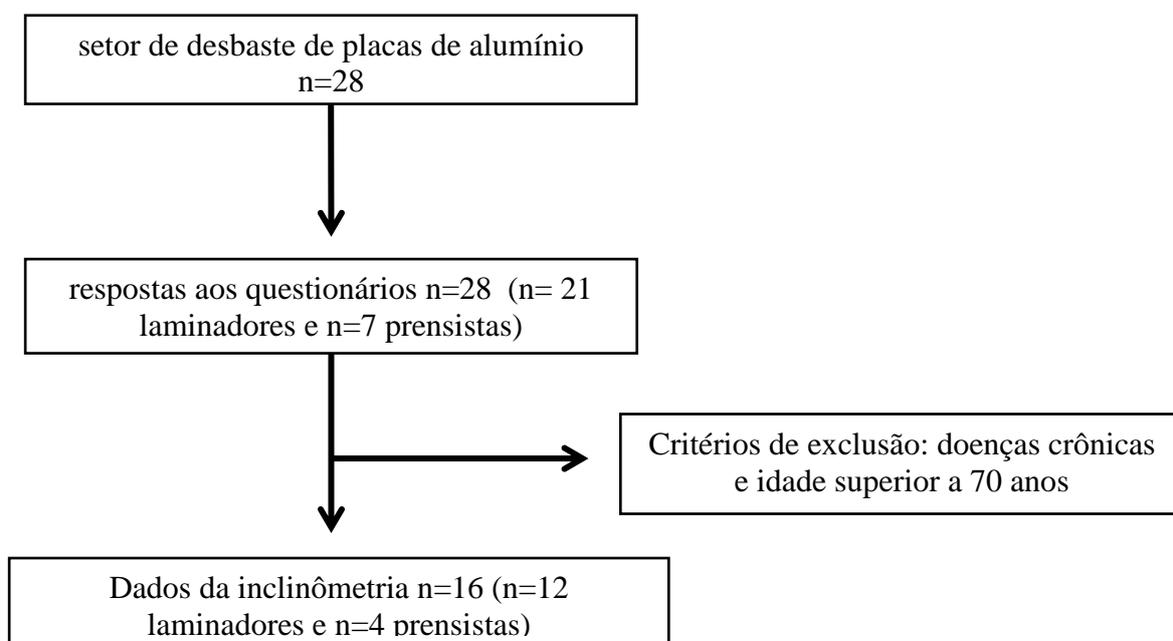


Figura 1. Fluxograma dos participantes do estudo.

Inicialmente a pele era limpa e pontos anatômicos eram identificados e marcados com caneta demográfica. Os eletrodos foram acoplados na inserção do músculo deltóide bilateralmente, à direita de T12/L1 e de L5/S1.

Após a colocação dos sensores foram registradas as posições de referência (0°) para a coluna com o sujeito em pé ereto e olhando para frente. A posição de referência para os ombros foi registrada com o sujeito sentado de lado em uma cadeira com a região axilar apoiada no encosto da cadeira segurando um peso de 2 kg. A seguir, foi realizado um registro para indicar a direção do movimento, sendo que para a coluna lombar o sujeito permanecia sentado olhando para o chão, com flexão do tronco. Para os ombros, o sujeito ficava em pé com os braços abduzidos a 90°. Todos os procedimentos realizados seguiram as recomendações da literatura²⁵. Após estes procedimentos, o sujeito seguia para o posto de trabalho onde realizava suas atividades de forma mais natural possível, durante todo o turno de trabalho. Um avaliador acompanhava o trabalhador até seu posto de trabalho, anotando em um formulário específico as atividades realizadas pelo trabalhador.

Análise dos Dados

Os dados provenientes dos registros do inclinômetro foram analisados em um software específico desenvolvido pelo Departamento de Medicina Ocupacional do Hospital Universitário de Lund, Suécia. Este programa realiza o cálculo da função de distribuição de probabilidades da amplitude (*amplitude probability distribution function* - APDF) fornecendo os valores mínimos (percentil 10), medianos (percentil 50) e picos (percentil 90 ou 99). O programa fornece também o tempo gasto em amplitudes pré-definidas (setores angulares). Para a coluna lombar os setores angulares foram definidos em 15 e 45° de flexão e inclinação e para os ombros os setores foram de 60 e 90° de

elevação. As velocidades angulares medianas (percentil 50) de flexão e inclinação da coluna lombar e elevação dos ombros também foram calculadas.

Os dados foram analisados de forma descritiva, por meio de medidas pontuais e de variabilidade, frequências absolutas e relativas. Testes de normalidade (Shapiro Wilks) e homocedasticidade (Levene) foram aplicados a fim de testar o atendimento aos pressupostos para testes paramétricos para as variáveis discretas e contínuas. Garantidas as condições de distribuição normal e variâncias homogêneas, testes paramétricos foram utilizados.

O teste Qui-quadrado (χ^2) foi aplicado para testar a associação das variáveis nominais provenientes dos questionários com os grupos de trabalhadores, laminadores e prensistas. O teste t para amostras independentes foi aplicado para testar a diferença entre os grupos para as variáveis discretas e contínuas com distribuição normal e o teste de Mann Whitney foi aplicado para mesma finalidade nos casos em que as variáveis dependentes fossem categóricas.

As correlações entre as variáveis foram testadas por meio do coeficiente de correlação ponto bisserial (variáveis dicotômicas e contínuas), Phi (duas variáveis dicotômicas) e Spearman (variáveis categóricas e contínuas). Todas as análises foram realizadas por meio do software SPSS (versão 11.5). O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

A Tabela 2 mostra as características demográficas e pessoais dos trabalhadores. Pode-se notar que os prensistas apresentam idade média superior aos laminadores ($p=0,008$) e maior tempo de trabalho na empresa ($p=0,038$). Os grupos são similares em relação a massa corporal, altura, índice de massa corporal, dominância manual, escolaridade, afastamento por motivo de saúde, tabagismo, uso de álcool, nível de

atividade física, estresse ocupacional, incapacidade e sintomas da coluna lombar e ombros ($p>0,05$).

Tabela 2. Características pessoais e demográficas dos trabalhadores, separadamente para os laminadores e prensistas e para amostra total.

Característica	Laminador n=21	Prensista n=7	Total n=28
Idade - anos (média [DP])	37,4 (13,3)	53,2 (9,5)	41,4 (14,1)
Massa corporal - kg (média [DP])	78,7 (13,6)	76,7 (10,6)	78,2 (12,8)
Altura - cm (média [DP])	174,4 (4,9)	169,6 (9,0)	173,2 (6,4)
IMC - kg/m ² (média [DP])	25,9 (4,6)	26,6 (2,3)	26,9 (4,1)
Dominância (n[%])			
direita	20 (95,2)	6 (85,7)	26 (92,9)
esquerda	1 (4,8)	1 (14,3)	2 (7,1)
Escolaridade(n[%])			
ensino fundamental incompleto	5 (23,8)	4 (54,1)	9 (32,1)
ensino fundamental completo	2 (9,5)	1 (14,3)	3 (10,7)
ensino médio incompleto	5 (23,8)	0 (0,0)	5 (17,9)
ensino médio completo	9 (42,9)	2 (28,6)	11 (39,3)
Estado Civil (n[%])			
solteiro	10 (47,6)	0 (0,0)	10 (35,7)
casado	8 (38,1)	5 (71,4)	13 (46,4)
divorciado	1 (4,8)	1 (14,3)	2 (7,1)
amasiado	2 (9,5)	1 (14,3)	3 (10,7)
Tempo de empresa – meses (média [DP])	99,3 (145,5)	216,0 (123,9)	128,4 (147,5)
Afastamento por motivo de saúde (n[%])			
sim	8 (38,1)	3 (42,9)	11 (39,3)
não	13 (61,9)	4 (54,1)	17 (60,7)
Tabagismo (n[%])			
sim	4 (19,0)	1 (14,3)	5 (17,9)
não	17 (81,0)	6 (85,7)	23 (82,1)
Uso de álcool (n[%])			
sim	13 (61,9)	6 (85,7)	19 (67,9)
não	8 (38,1)	1 (14,3)	9 (32,1)
Nível de Atividade Física (IPAQ)(n[%])			
muito ativo	2 (9,5)	0 (0,0)	2 (7,1)
ativo	4 (19,0)	3 (42,9)	7 (25,0)
irregularmente ativo	12 (54,1)	3 (42,9)	15 (53,6)
inativo	3 (14,3)	1 (14,3)	4 (14,3)
Questionário de estresse no trabalho (JSS) (n[%])			
ativo	4 (19,0)	2 (28,6)	6 (21,4)
passivo	9 (42,9)	4 (54,1)	13 (46,4)
alto desgaste	6 (28,6)	0 (0)	6 (21,4)
baixo desgaste	2 (9,5)	1 (14,3)	3 (10,7)
Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO)			
sintomas 12 meses - ombro	6 (28,6)	3 (42,9)	9 (32,1)
sintomas 12 meses - coluna lombar	9 (42,9)	4 (54,1)	13 (46,4)
sintomas 7 dias - ombro	3 (14,3)	0 (0,0)	3 (10,7)
sintomas 7 dias - coluna lombar	2 (9,5)	0 (0,0)	2 (7,1)
restrições atividades de vida diária - ombro	2 (9,5)	2 (28,6)	4 (14,3)
restrições atividades de vida diária – coluna lombar	2 (9,5)	1 (14,3)	3 (10,7)
procura por assistência saúde – ombro	3 (14,3)	0 (0,0)	3 (10,7)
procura por assistência saúde – coluna lombar	7 (33,3)	3 (42,9)	10 (35,7)

Os dados referentes à exposição postural da coluna lombar e ombros estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferença estatisticamente significante entre as atividades para nenhuma variável relacionada à coluna lombar no grupo de laminadores ($p > 0,05$). Para o ombro houve diferença entre as atividades dos laminadores para a elevação dos ombros direito ($p = 0,020$) e esquerdo ($p = 0,019$) no percentil 99, sendo que a atividade 120 apresentou valores significativamente maiores em relação às atividades 130 ($p = 0,038$) e 900 ($p = 0,013$) para o ombro direito e 110 ($p = 0,030$) e 130 ($p = 0,008$) para o ombro esquerdo. Para os prensistas não foi possível testar a diferença entre as atividades devido ao tamanho amostral reduzido. Para ambos os grupos a atividade 900 (intervalo de almoço) apresentou menor velocidade angular tanto para coluna lombar quanto para os ombros.

Pode-se notar ainda na Tabela 3 que os laminadores e prensistas apresentam pequena flexão da coluna lombar em todas as atividades, sendo que o percentil 90 foi menor que 45° e os trabalhadores permanecem em flexão maior que 45° menos que 7% do tempo, desconsiderando o intervalo de almoço. A velocidade mediana de flexão do tronco foi inferior a $25^\circ/s$. Para inclinação lateral nota-se que os trabalhadores assumem posturas assimétricas, com maior inclinação para o lado esquerdo, sendo que esta inclinação foi inferior a 16° . A velocidade mediana de inclinação foi similar à de flexão lombar. Os ângulos para elevação dos ombros atingiram valores de pico (percentil 99) de até 100° e valores medianos (percentil 50) inferiores a 40° . Além disso, a elevação dos ombros atingiu valores superiores a 90° em menos que 4% do tempo de trabalho e a velocidade mediana foi menor que $30^\circ/s$.

Tabela 3. Percentis 10 (10^o), 50 (50^o) e 90 (90^o), setores angulares e velocidade angular para os movimentos de flexão-extensão e inclinação lateral da coluna lombar e elevação dos ombros em laminadores e prensistas de uma indústria de alumínio separadamente para as tarefas de trabalho e intervalo de almoço (900).

Atividades		Laminador (n=12)						Prensista (n=6)					
		110	120	130	140	150	900	210	220	230	240	250	900
<i>Coluna lombar</i>													
Flexão-extensão (°)	10°	-6,9 (11,0)	-8,1 (11,4)	-6,5 (13,4)	-8,1 (12,9)	-2,1 (7,7)	-11,3 (18,2)	10,5 (19,7)	3,0 (12,6)	0,3 (9,7)	4,6 (9,9)	-4,6 (10,3)	-2,7 (13,4)
	50°	5,2 (12,0)	6,6 (14,8)	5,0 (16,3)	2,1 (12,6)	11,3 (8,3)	12,8 (17,9)	20,2 (17,4)	17,5 (18,8)	11,7 (3,0)	12,1 (4,1)	12,1 (11,2)	18,2 (22,0)
	90°	33,3 (13,0)	33,1 (19,1)	17,9 (17,9)	23,2 (19,3)	30,7 (17,6)	29,3 (20,3)	31,4 (15,6)	32,3 (19,4)	42,4 (29,3)	23,5 (7,1)	32,1 (8,2)	37,0 (16,1)
Setor angular (%)	>15°	28,4 (20,5)	33,3 (23,0)	27,4 (32,3)	23,0 (23,2)	32,7 (26,9)	38,8 (30,9)	60,1 (46,4)	51,0 (43,3)	40,0 (3,8)	40,3 (13,2)	43,3 (20,0)	48,9 (31,6)
	>45°	5,5 (5,3)	6,1 (6,4)	2,4 (4,3)	3,2 (4,7)	4,4 (6,6)	6,7 (12,2)	3,5 (6,0)	5,4 (6,9)	6,3 (9,8)	0,1 (0,2)	4,0 (3,7)	14,3 (19,9)
Velocidade angular (°/s)	50°	15,9 (10,1)	10,5 (6,2)	12,2 (6,9)	10,6 (5,5)	16,9 (9,3)	4,5 (2,4)	9,1 (2,6)	10,5 (3,4)	24,5 (20,4)	11,3 (2,3)	18,1 (13,4)	9,1 (11,5)
Inclinação lateral (°)	10°	-13,7 (18,6)	-15,7 (20,0)	-10,5 (21,5)	-12,5 (20,2)	-13,7 (18,6)	-5,2 (9,5)	-10,5 (6,7)	-11,7 (7,5)	-15,3 (13,3)	-7,4 (2,5)	-12,5 (4,8)	-2,8 (2,0)
	50°	-3,8 (18,5)	-5,0 (18,8)	1,0 (7,5)	0,5 (6,6)	1,3 (6,4)	6,3 (12,7)	-0,5 (4,1)	0,5 (4,0)	-5,2 (6,1)	-3,3 (0,1)	-1,8 (3,7)	11,0 (17,7)
	90°	9,5 (8,4)	9,8 (6,9)	8,8 (6,9)	9,5 (7,4)	10,8 (7,5)	21,5 (24,1)	3,3 (8,4)	8,7 (8,0)	4,2 (1,0)	3,0 (1,0)	13,1 (12,9)	19,8 (23,0)
Velocidade angular (°/s)	50°	17,5 (10,4)	11,6 (6,6)	15,0 (10,3)	12,4 (7,9)	18,8 (9,9)	4,8 (2,7)	11,9 (4,6)	11,9 (4,2)	25,9 (15,8)	16,6 (6,3)	18,7 (8,3)	7,8 (9,2)
<i>Ombro</i>													
Elevação - direito (°)	50°	28,0 (3,0)	38,1 (10,3)	25,1 (4,8)	28,2 (3,7)	26,8 (5,8)	32,4 (6,9)	38,8 (11,7)	28,6 (10,8)	24,7 (9,2)	28,4 (14,4)	29,9 (7,2)	26,7 (8,0)
	90°	55,5 (9,1)	68,4 (13,7)	46,5 (10,7)	53,9 (8,5)	51,8 (10,8)	58,3 (14,5)	54,2 (8,0)	52,2 (8,8)	51,2 (6,8)	60,1 (26,2)	65,2 (7,7)	48,1 (7,0)
	99°	83,5 (12,6)	98,0 (12,8)*†	74,7 (15,0)*	91,3 (18,8)	84,7 (20,5)	82,8 (13,3)†	73,9 (10,4)	76,9 (4,9)	94,3 (8,7)	93,9 (27,9)	100,5 (7,9)	79,4 (10,5)
Setor angular (%)	>60°	6,7 (3,5)	13,3 (5,9)	4,4 (3,5)	7,2 (4,3)	5,7 (3,9)	16,7 (4,2)	11,7 (15,5)	7,3 (7,4)	7,8 (2,5)	14,0 (13,4)	12,4 (3,7)	4,6 (1,9)
	>90°	1,1 (1,5)	3,8 (4,9)	0,5 (0,6)	1,3 (1,5)	1,6 (2,6)	1,9 (4,4)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	1,3 (0,7)	3,6 (4,5)	2,5 (1,6)	0,5 (0,6)
Velocidade (°/s)	50°	20,5 (7,6)	16,4 (3,9)	26,4 (8,6)	17,9 (7,1)	23,3 (8,6)	7,1 (3,1)	25,6 (7,1)	27,9 (8,4)	29,7 (3,3)	28,7 (1,7)	27,9 (2,4)	7,6 (3,6)
Elevação - esquerdo (°)	50°	27,0 (4,6)	30,6 (5,3)	26,2 (9,1)	27,5 (4,2)	28,0 (5,8)	31,9 (7,5)	35,3 (9,2)	30,5 (5,7)	25,8 (1,3)	28,5 (6,2)	28,6 (2,0)	26,0 (2,3)
	90°	53,5 (13,6)	61,8 (11,7)	41,6 (10,4)	56,5 (11,7)	49,9 (8,9)	61,7 (18,0)	50,0 (2,2)	48,8 (2,9)	51,7 (3,6)	53,5 (15,1)	59,2 (3,2)	47,9 (6,0)
	99°	86,4 (16,8)*	92,2 (7,4)*†	68,6 (10,9)†	86,2 (13,2)	81,1 (16,9)	82,3 (17,2)	75,6 (15,2)	73,4 (9,6)	96,0 (8,1)	86,1 (19,7)	99,1 (7,5)	77,1 (10,2)
Setor angular (%)	>60°	6,8 (5,8)	11,5 (7,0)	3,0 (2,6)	8,0 (4,7)	5,5 (5,0)	9,9 (9,8)	3,5 (1,8)	3,3 (1,7)	7,6 (1,4)	8,6 (7,9)	9,7 (1,6)	4,0 (2,5)
	>90°	1,8 (2,8)	1,6 (1,3)	0,1 (0,1)	1,2 (1,3)	0,9 (0,9)	2,6 (5,1)	0,4 (0,6)	0,3 (0,4)	1,6 (0,6)	1,2 (1,0)	2,0 (0,9)	0,5 (0,4)
Velocidade (°/s)	50°	19,2 (6,9)	13,9 (3,3)	24,0 (4,4)	15,9 (5,8)	23,0 (9,0)	6,2 (2,4)	20,7 (4,1)	21,9 (5,1)	28,0 (4,4)	27,3 (1,9)	24,8 (3,7)	6,0 (2,6)

*p<0,05 entre 120 e 130 para ombro direito e 120 e 110 para ombro esquerdo; †p<0,05 entre 120 e 900 para o ombro direito e 120 e 130 para o ombro esquerdo.

Os indicadores clínicos e funcionais provenientes do QNSO e RDQ (sintomas nos ombros e coluna lombar e incapacidade lombar, respectivamente) e psicossociais (JSS) foram correlacionados à todas as variáveis relacionadas à exposição biomecânica. Foram encontradas correlações significantes ($p < 0,05$) entre o tempo gasto em amplitudes maiores que 15° de flexão lombar e sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses ($r = -0,53$; $p = 0,028$), entre o percentil 90 da inclinação do tronco e o apoio social ($r = -0,60$; $p = 0,011$) e entre a velocidade mediana dos ombros e sintomas nos ombros nos últimos 12 meses ($r = 0,56$; $p = 0,02$ para o ombro direito e $r = 0,66$; $p = 0,04$ para o ombro esquerdo). A Figura 2A mostra que os trabalhadores com dor no ombro apresentaram maior velocidade mediana de elevação dos ombros durante o trabalho, já para a coluna lombar (Figura 2B) nota-se que os trabalhadores com dor permanecem menos tempo com flexão maior que 15° durante o trabalho em relação aos assintomáticos. A Figura 2C mostra que os trabalhadores com baixo apoio social apresentam maior inclinação do tronco.

As variáveis psicossociais foram correlacionadas com os indicadores clínicos e funcionais. Correlações significantes ($p < 0,05$) foram encontradas para o controle no trabalho e sintomas no ombro nos últimos 12 meses ($r = 0,51$; $p = 0,007$), limitação nas atividades de vida diária devido a sintomas no ombro ($r = 0,50$; $p = 0,008$) e procura por assistência à saúde ($r = 0,59$; $p = 0,002$). Os trabalhadores com alto controle apresentaram maior proporção de queixas nos ombros, limitações nas atividades de vida diária e procura por assistência à saúde. Além disso, os trabalhadores classificados como ativos no JSS apresentaram maior proporção de sintomas no ombro nos últimos 12 meses ($r = 0,58$; $p = 0,023$) e os trabalhadores com baixo desgaste procuraram assistência à saúde por sintomas nos ombros com maior frequência ($r = 0,64$; $p = 0,009$).

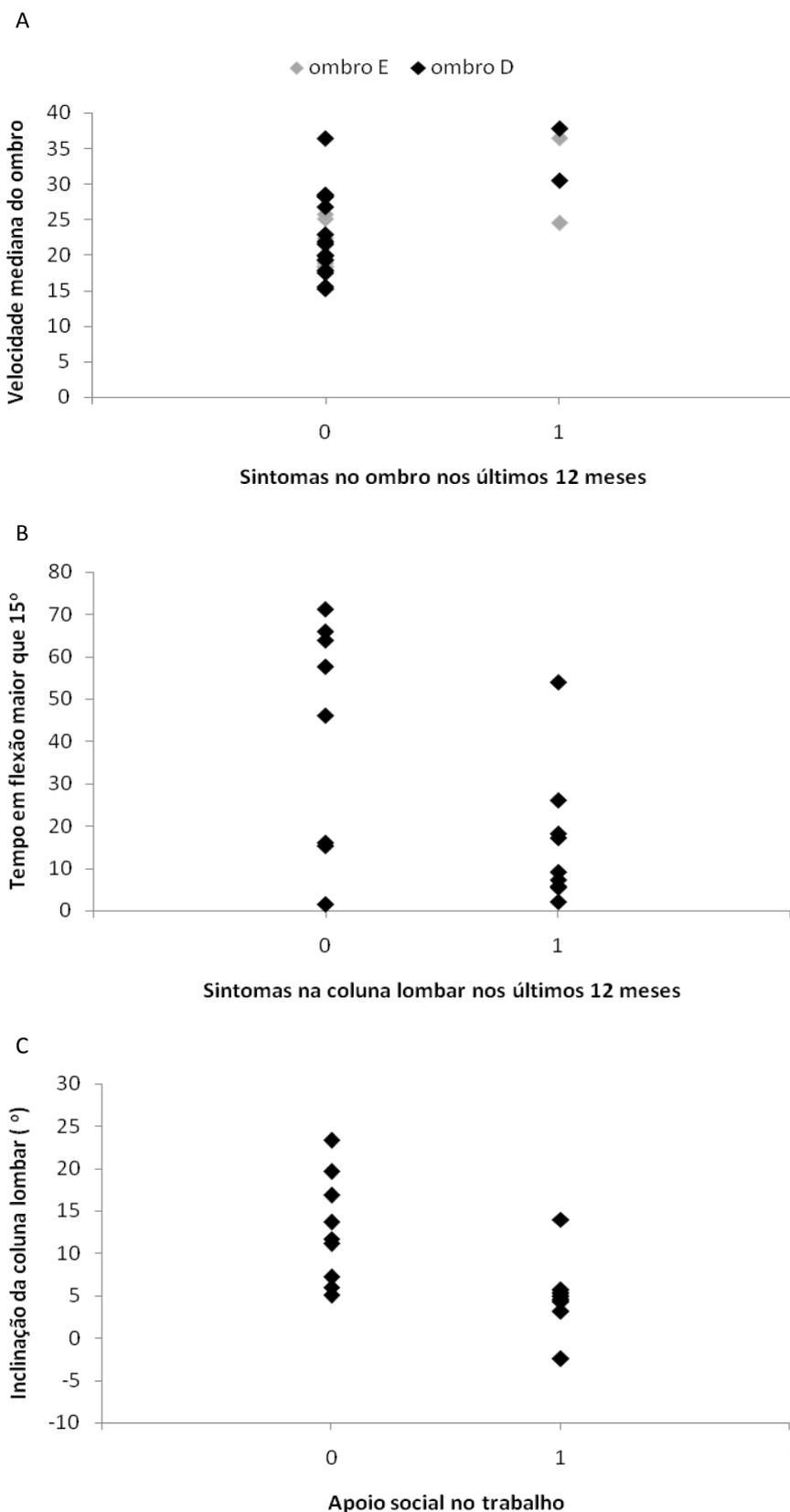


Figura 2. A. Correlação entre sintomas no ombro nos últimos 12 meses [0= não; 1=sim] e velocidade mediana do ombro; B. Correlação entre sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses e tempo gasto em flexão maior que 15° [0= não; 1=sim] e C. Correlação entre apoio social e inclinação da coluna lombar [0= baixo; 1=alto].

Discussão

O objetivo deste estudo foi descrever a exposição postural da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio e correlacionar os aspectos biomecânicos e psicossociais com indicadores clínicos e funcionais.

Descrição da exposição postural da coluna lombar e ombros

Todas as atividades realizadas pelos laminadores e prensistas foram descritas e não houve diferença estatisticamente significativa entre as atividades para nenhuma variável relacionada à coluna lombar no grupo de laminadores. Para o ombro houve diferença entre as atividades dos laminadores para a elevação dos ombros no percentil 99, sendo que a atividade 120 apresentou valores maiores em relação às atividades 130 e 900 para o ombro direito e 110 e 130 para o ombro esquerdo. A maior elevação do ombro na atividade de ajuste e limpeza da máquina (120) para laminadores pode ser explicada pela altura das máquinas, as quais requerem ajustes em sua superfície superior, causando grande elevação dos ombros.

A atividade 900 (intervalo de almoço) apresentou menor velocidade angular tanto para coluna lombar quanto para os ombros. Um estudo realizado com controladores de tráfego aéreo²⁶ identificou maior velocidade angular do ombro durante as pausas (8-9°/s) do que durante o trabalho (2-6°/s). Embora aparentemente contraditórios, estes resultados podem indicar que trabalhadores sedentários aumentem a movimentação durante as pausas e trabalhadores mais ativos diminuam esta movimentação. As pausas proporcionariam uma mudança no padrão da exposição do trabalho, o que é benéfico para recuperação dos tecidos²⁷⁻²⁹. Assim, as atividades realizadas durante as pausas e intervalos de almoço também precisam ser descritas em estudos futuros para possibilitar melhor entendimento deste assunto.

Os laminadores e prensistas apresentam flexão da coluna lombar para o percentil 90 menor que 45° e os trabalhadores permanecem em flexão maior que 45° menos que 7% do tempo de trabalho. Este resultado não era esperado, uma vez que as demandas do trabalho e as condições ambientais, tais como a iluminação inadequada, poderiam causar maior flexão da

coluna a fim de permitir a realização das atividades e a visualização da área do trabalho, conforme a literatura aponta em outras ocupações^{11,30,31}. Os ajustes posturais relacionados à demanda visual e de posicionamento dos membros superiores e inferiores podem ter ocorrido em outras regiões não avaliadas no presente estudo, como a coluna cervical e torácica.

Arvidsson et al¹¹ avaliaram controladores de tráfego aéreo e encontraram aumento da flexão de cabeça devido a dificuldades visuais, mostrando que inadequações no ambiente de trabalho podem levar a posturas desfavoráveis.

Para inclinação lateral nota-se que os trabalhadores assumem posturas assimétricas, com maior inclinação para o lado esquerdo, sendo que esta inclinação foi inferior a 16°. A inclinação para o lado esquerdo ocorre porque as bancadas nas quais as lâminas de alumínio estavam armazenadas ficam do lado esquerdo, assim os trabalhadores precisavam realizar rotação associada à inclinação para a esquerda para pegar a lâmina a qual era inserida na máquina. Já os prensistas trabalhavam sentados e permaneciam inclinados para a esquerda para enxergarem se a lâmina estava posicionada corretamente para o corte.

Os valores encontrados para a exposição postural da coluna lombar dos laminadores e prensistas da indústria de alumínio foram superiores aos encontrados em tecelões de tapete¹³. Este foi o único estudo encontrado na literatura que avaliou os movimentos e posturas lombares por meio de inclinômetros, entretanto a avaliação foi realizada em situação de laboratório, o que pode ter modificado a exposição. Cabe ressaltar que os dados referentes à velocidade angular não foram apresentados para os movimentos da coluna lombar no estudo de Afshari et al¹³, inviabilizando comparações.

Os ângulos para elevação dos ombros atingiram valores de pico (percentil 99) de até 100° e valores medianos (percentil 50) inferiores a 40°. Além disso, a elevação dos ombros atingiu valores superiores a 90° em menos que 4% do tempo de trabalho e a velocidade mediana foi menor que 30°/s.

Diversos estudos avaliam os movimentos e posturas do ombro por meio de inclinômetros^{13,25,32-37}. Os ângulos de elevação dos ombros para os laminadores e prensistas foram superiores aos atingidos por tecelões de tapete¹³, dentistas^{34,37}, trabalhadores de limpeza³³ e de frigorífico³⁶. Operadores de máquinas³² e controladores de tráfego aéreo²⁶ apresentaram valores angulares similares para o percentil 50 e inferiores para o percentil 90. Já cabeleireiros³⁵ apresentaram elevação dos ombros inferior no percentil 50 e similar nos percentis 90 e 99.

A velocidade mediana de elevação dos ombros foi superior nos laminadores e prensistas quando comparada aos tecelões ($2-7^{\circ}/s$)¹³, dentistas ($7-13^{\circ}/s$)^{34,37}, controladores de tráfego aéreo ($2-9^{\circ}/s$)²⁶ e cabeleireiros ($19-22^{\circ}/s$)³⁵. Entretanto, operadores de máquinas ($11-51^{\circ}/s$)³², trabalhadores de limpeza ($55-71^{\circ}/s$)³³ e de frigorífico ($81-209^{\circ}/s$)³⁶ apresentam velocidade angular superior.

Correlação entre fatores de risco posturais, sintomas e incapacidade

A correlação entre fatores de risco posturais da coluna lombar, sintomas e incapacidade foi significativa apenas para o tempo com flexão maior que 15° e sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses. Os trabalhadores com sintomas lombares permanecem menos tempo com flexão maior que 15° durante o trabalho em relação aos assintomáticos. Neste sentido, Mc Gregor et al³⁸ encontraram menores amplitudes de flexão em indivíduos com dor lombar, isso pode indicar que os indivíduos com dor evitam maiores amplitudes a fim de proteger a coluna da sobrecarga postural. Por outro lado, Mc Gill et al³⁹ avaliaram trabalhadores com e sem histórico de dor lombar e identificaram que os trabalhadores com histórico de dor, mas assintomáticos no momento da avaliação, realizavam tarefas de forma que resultou em maior sobrecarga lombar.

Diversos estudos mostram a relação dos movimentos de flexão e rotação do tronco como um fator de risco para distúrbios da coluna lombar, com diversidade em relação às amplitudes seguras^{6,40-45}.

Alguns estudos demonstraram que aumento na velocidade de flexão lateral do tronco aumenta significativamente o risco de distúrbios lombares^{15,16}. Bourigua et al⁴⁶ também encontraram menor velocidade de flexão e extensão da coluna lombar em trabalhadores com dor lombar, entretanto no presente estudo a velocidade mediana de flexão e inclinação do tronco não foram associadas aos aspectos clínicos e funcionais.

Não houve associação entre as posturas do ombro e sintomas nesta região. Entretanto, os trabalhadores com dor no ombro apresentaram maior velocidade mediana de elevação dos ombros durante o trabalho. Punnett et al⁴⁷ realizaram um estudo em uma indústria automobilística e identificaram que a elevação do ombro acima de 90° por mais que 10% do tempo de trabalho é preditiva para distúrbios recorrentes ou crônicos do ombro. Hagberg et al⁴⁸ afirmam que várias combinações de flexão e abdução estão associadas com desconforto no pescoço e ombros. Os limites de amplitudes, frequência e duração prejudiciais ainda não estão estabelecidos⁴⁹. A literatura recomenda diferentes limites para tais exposições, como abdução ou flexão dos ombros maiores que 30°, 60° e 90°⁵⁰⁻⁵².

Jonker et al³⁴ encontraram correlação significativa e negativa entre a velocidade angular mediana de elevação dos ombros e relato de posições desconfortáveis ($r=-0,60$ para o lado direito e $-0,63$ para o lado esquerdo) e estáticas ($r=-0,62$ para o lado direito e $-0,66$ para o lado esquerdo). Assim, a velocidade angular parece estar associada ao relato negativo em relação às posturas desconfortáveis e estáticas em dentistas.

Correlação entre fatores de risco psicossociais, sintomas e incapacidade

Os aspectos psicossociais não foram correlacionados aos sintomas lombares e incapacidade funcional, embora estudos de revisão tenham encontrado forte evidência de associação entre baixo apoio social no trabalho e sintomas nesta região^{18,20}.

Os trabalhadores com alto controle apresentaram maior proporção de queixas nos ombros, limitações nas atividades de vida diária e procura por assistência à saúde. Os trabalhadores ativos apresentaram maior proporção de sintomas no ombro nos últimos 12

meses e os trabalhadores com baixo desgaste procuraram assistência à saúde por sintomas nos ombros com maior frequência. Estes resultados não eram esperados, uma vez que o alto controle e os trabalhos ativos e de baixo desgaste oferecem menor risco à saúde⁵³.

Correlação entre fatores de risco psicossociais e posturais

A associação entre aspectos psicossociais e sintomas pode se dever a influência da sobrecarga biomecânica. Desta forma, aspectos psicossociais podem causar modificações na postura, movimentos e forças exercidas¹⁸. Neste sentido, nos locais de trabalho existe alta correlação entre os fatores psicossociais e a carga física¹⁸. No presente estudo foi encontrada correlação significativa apenas entre o apoio social e a inclinação do tronco, sendo que os trabalhadores com baixo apoio social apresentaram maiores ângulos de inclinação do tronco. A ausência de correlação entre estes fatores pode ser atribuída à falta de diagnóstico específico e à seleção de trabalhadores ativos.

Limitações do estudo

Uma das limitações do presente estudo foi o tamanho amostral reduzido, principalmente no grupo de prensistas, o que inviabilizou a aplicação de testes para verificar se existia diferença entre as atividades realizadas por estes trabalhadores. Por outro lado, a avaliação das posturas e movimentos durante um dia inteiro de trabalho permitiu que a exposição biomecânica fosse descrita com maior detalhamento.

Outra limitação foi a avaliação restrita aos movimentos do ombro e coluna lombar . Outros fatores de risco, como a realização de força excessiva durante o manuseio manual de cargas, podem contribuir para os sintomas musculoesqueléticos na coluna lombar e ombros.

Conclusões

A exposição dos trabalhadores aos fatores de risco posturais para a coluna lombar e ombros foi descrita. A velocidade angular permitiu diferenciar a exposição do trabalho e descanso. Os resultados indicaram que existe correlação entre fatores de risco biomecânicos e

psicossociais com distúrbios do ombro e coluna lombar. Fatores psicossociais também podem interferir na exposição biomecânica da coluna lombar.

Referências

1. Ariëns GA, van Mechelen W, Bongers PM, Bouter LM, van der Wal G. Physical risk factors for neck pain. *Scand J Work Environ Health*, 26:7-19, 2000.
2. Bernard BP. *Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiological evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back*. Cincinnati (OH): United States Department services; 1997.
3. Punnett L, Wegman D. Work related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*, 14:13–23, 2004.
4. Sluiter JK, Rest KM, Frings-Dresen MH. Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*, 27(S1):1–102, 2001.
5. Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC, Douwes M, Koes BW, Miedema MC, Ariëns GA, Bouter LM. Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study. *Spine*, 25:3087–92, 2000.
6. Marras WS. Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*, 43:880–902, 2000.
7. Tokars E, Moro ARP, Santos GG. Preponderance and possible factors associated to musculoskeletal symptoms in metals industry workers. *Work*, 41:5624-26, 2012.
8. Carnaz L, Batistão MV, Gil Coury HJC. A review of direct neck measurement in occupational settings. *Sensors*, 10:10967-85, 2010.
9. Hansson G, Asterland P, Holmer N, Skerfving S. Validity and reliability of triaxial accelerometers for inclinometry in posture analysis. *Med Biol Eng Comput*, 39:405-13, 2001.
10. Amasay T, Zodrow K, Kincl L, Hess J, Darduna A. Validation of tri-axial accelerometer for the calculation of elevation angles. *Int J Ind Ergon*, 39:783-89, 2009.
11. Arvidsson I, Hansson GA, Mathiassen SE, Skerfving S. Neck postures in air traffic controllers with and without neck/shoulder disorders. *Appl Ergon*, 39:255–260, 2008.
12. Batistão MV, Sentanin AC, Moriguchi CS, Hansson GA, Gil Coury HJC, Sato TO. Furniture dimensions and postural overload for schoolchildren's head, upper back and upper limbs. *Work*, 41:4817-24, 2012.
13. Afshari D, Motamedzade M, Salehi R, Soltanian AR. Continuous assessment of back and upper arm postures by long-term inclinometry in carpet weavers. *Appl Ergon* 45:278-84, 2014.
14. Hughes RE, Silverstein BA, Evanoff BA. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders in an aluminum smelter. *Am J Ind Med*, 32:66–75, 1997.
15. Marras WS, Granata KP. A biomechanical assessment and model of axial twisting in the thoraco-lumbar spine. *Spine*, 20:1444-51, 1995.
16. Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Rajulu SL, Allread WG, Fathallah FA, Ferguson SA. The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disorders. The effects of workplace factors, trunk position, and trunk motion characteristics on risk of injury. *Spine*, 18(5):617-28, 1993.
17. Devereux JJ, Vlachonikolis IG, Buckle PW. Epidemiological study to investigate potential interaction between physical and psychosocial factors at work that may

- increase the risk of symptoms of musculoskeletal disorder of the neck and upper limb. *Occup Environ Med*, 59:269–77, 2002.
18. Bongers PM, de Winter CR, Kompier MA, Hildebrandt VH. Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scand J Work Environ Health*, 19(5):297-312, 1993.
 19. Marras WS, Davis KG, Heaney CA, Maronitis AB, Allread WG. The influence of psychosocial stress, gender, and personality on mechanical loading of the lumbar spine. *Spine*, 23:3045–51, 2000.
 20. Hoogendoorn WE, van Poppel MN, Bongers PM, Koes BW, Bouter LM. Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine*, 25(16):2114-25, 2000.
 21. Karasek, R. Lower health risk with increased job control over white collar workers. *Journal of Organizational Behaviour*, 11, 171–185, 1990.
 22. Barros ENC, Alexandre NMC. Cross-cultural adaptation of the Nordic musculoskeletal questionnaire. *Int Nursing Review*, 50(2):101-8, 2003.
 23. Alves MGM, Chor D, Faerstein E, Lopes CS, Werneck GL. Versão resumida da “job stress scale”: adaptação para o português. *Rev Saúde Pública*, 38(2):164-71, 2004.
 24. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte*, 11(2):151-58, 2005.
 25. Hansson GA, Arvidsson I, Ohlsson K, Nordander C, Mathiassen SE, Skerfving S, Balogh I. Precision of measurements of physical workload during standardised manual handling. Part II: Incliniometry of head, upper back, neck and upper arms. *J Electromyogr Kinesiol*, 16(2):125-36, 2006.
 26. Arvidsson I, Hansson G-Å, Mathiassen SE, Skerfving S. Changes in physical workload with implementation of mouse-based information technology in air traffic control. *Int J Ind Ergon*, 36(7):613-622, 2006.
 27. Mathiassen SE. Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Appl Ergon*, 37(4):419-27, 2006.
 28. Goodman G, Kovach L, Fisher A, Elsesser E, Bobinski D, Hansen J. Effective interventions for cumulative trauma disorders of the upper extremity in computer users: practice models based on systematic review. *Work*, 42(1):153-72, 2012.
 29. Srinivasan D, Mathiassen SE. Motor variability in occupational health and performance. *Clin Biomech*, 27(10):979-93, 2012.
 30. Pohjonen T. Perceived work ability of home care workers in relation to individual and work-related factors in different age groups. *Occup Med*, 51:209–217, 2001.
 31. Tuomi K, Vanhala S, Nykyri E, Janhonen M. Organizational practices, work demands and the well-being of employees: a follow-up study in the metal industry and retail trade. *Occup Med*, 51(2):115–21, 2004.
 32. Balogh I, Ohlsson K, Hansson G-Å, Engström T, Skerfving S. Increasing the degree of automation in a production system: consequences for the physical workload. *Int J Ind Ergon*, 36:353-365, 2006.
 33. Unge J, Ohlsson K, Nordander C, Hansson GA, Skerfving S, Balogh I. Differences in physical workload, psychosocial factors and musculoskeletal disorders between two groups of female hospital cleaners with two diverse organizational models. *Int Arch Occup Environ Health*, 81(2):209-20, 2007.
 34. Jonker D, Rolander B, Balogh I. Relation between perceived and measured workload obtained by long-term incliniometry among dentists. *Appl Ergon*, 40(3):309-15, 2009.
 35. Wahlström J, Mathiassen SE, Liv P, Hedlund P, Ahlgren C, Forsman M. Upper arm postures and movements in female hairdressers across four full working days. *Ann Occup Hyg*, 51(5):584-94, 2010.

36. Arvidsson I, Balogh I, Hansson GÅ, Ohlsson K, Akesson I, Nordander C. Rationalization in meat cutting - consequences on physical workload. *Appl Ergon*, 43(6):1026-32, 2012.
37. Åkesson I, Balogh I, Hansson GÅ. Physical workload in neck, shoulders and wrists/hands in dental hygienists during a work-day. *Appl Ergon*, 43(4):803-11, 2012.
38. Mc Gregor AH, McCarthy ID, Hughes SPF. Motion characteristics of normal subjects and people with low back pain. *Physiotherapy*, 81(16):632-637, 1995.
39. McGill S, Grenier S, Bluhm M, Preuss R, Brown S, Russell C. Previous history of LBP with work loss is related to lingering deficits in biomechanical, physiological, personal, psychosocial and motor control characteristics. *Ergonomics*, 46(7):731-46, 2003.
40. Buckle PW, Stubbs DA, Baty D. Musculoskeletal disorders (and discomfort) and associated work factors. In Corlett N, Wilson J, Manenica I. (Ed) *The ergonomics of working postures*. Londres. Taylor & Francis, 1986.p.19-30.
41. Punnett L, Fine LJ, Keyserling WM, Herrin GD, Chaffin DB. Back disorders and nonneutral trunk postures of automobile assembly workers. *Scand J Work Environ Health*, 17(5):337-46, 1991.
42. Burdorf A. Sources of variance in exposure to postural load on the back in occupational groups. *Scand J Work Environ Health*, 18:361-7,1992.
43. De Looze MP, Toussaint HM, Ensink J, Mangnus C, Van Der Beek A. The Validity of visual observation to assess postures in a laboratory-simulated, manual material handling task. *Ergonomics*, 37(8):1335-43, 1994.
44. Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Fathallah FA, Ferguson SA, Allread WG, Rajulu SL. Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders. *Ergonomics*, 38(2):377-410, 1995.
45. Burdorf A, Sorock G. Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. *Scand J Work Environ Health*, 23:243-256, 1997.
46. Bourigua I, Simoneau EM, Leteneur S, Gillet C, Ido G, Barbier F. Chronic low back pain sufferers exhibit freezing-like behaviors when asked to move their trunk as fast as possible. *Spine J*, in press, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2013.11.051>
47. Punnett L, Fine LJ, Keyserling WM, Herrin GD, Chaffin DB. Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. *Scand J Work Environ Health*, 26(4):283-91, 2000.
48. Hagberg M, Silverstein BA, Wells R, Hendrick HW, Carayon P, Pérusse M. *Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): a reference book for prevention*. Londres: Taylor & Francis, 1995, 421p.
49. Riihimäki H. Hands up or back to work--future challenges in epidemiologic research on musculoskeletal diseases. *Scand J Work Environ Health*, 21(6):401-3, 1995.
50. Chaffin DB. Localized muscle fatigue - definition and measurement. *J Occup Med*, 15(4):346-51, 1973.
51. Herberts P, Kadefors R, Broman H. Arm positioning in manual tasks – an electromyographic study of localized muscle fatigue. *Ergonomics*, 23(7):655-65, 1980.
52. Bjelle A, Hagberg M, Michaelson G. Occupational and individual factors in acute shoulders-neck disorders among industrial workers. *Br J Ind Med*, 38:356-63, 1981.
53. Karasek R, Gardell B, Lindell J. Work and non-work correlates of illness and behaviour in male and female Swedish white collar workers. *J Organizational Behavior*, 8(3):187–207, 1987.

Estudo 2

**BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS ENVOLVIDOS NOS DISTÚRBIOS
OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO – REVISÃO
SISTEMÁTICA DE ESTUDOS EXPERIMENTAIS, QUASE EXPERIMENTAIS E
OBSERVACIONAIS**

Fernanda Maria Faturi, Thiago Luiz de Russo, Letícia Carnaz, Tatiana de Oliveira Sato

Submetido ao *Brazilian Journal of Physical Therapy* (A2)

Resumo

Contextualização: Os mecanismos fisiopatológicos associados aos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT) têm sido estudados, principalmente em modelos animais. Entretanto, revisões sistemáticas que avaliaram humanos não foram encontradas.

Objetivos: Este estudo de revisão sistemática teve por objetivo verificar se os biomarcadores inflamatórios estão alterados em indivíduos com LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório.

Método: A pesquisa foi realizada nas bases de dados eletrônicas *Medline*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Scopus* e *Cinahl*. A última pesquisa foi realizada em maio de 2013. Foram selecionados estudos que investigaram a relação entre marcadores inflamatórios e LER/DORT em indivíduos que realizassem atividades ocupacionais ou tarefas simuladas. Não houve restrição em relação ao idioma e data de publicação.

Resultados: A busca eletrônica resultou em 410 estudos, dos quais nove atenderam aos critérios de inclusão, sendo cinco quase experimentais e quatro observacionais. Nenhum estudo experimental foi encontrado. Quatro estudos foram considerados de alta e cinco de baixa qualidade metodológica. A interleucina 6 foi avaliada em 8 estudos, TNF α em 6 estudos, interleucina1 β em 4 estudos, proteína C reativa em 3 estudos e interleucinas 8 e 10 em 2 estudos. Treze outros marcadores inflamatórios foram encontrados em apenas um estudo cada.

Conclusão: O nível de evidência obtido foi inconclusivo uma vez que os resultados foram inconsistentes entre os estudos. A heterogeneidade dos estudos explica o nível de evidência encontrado. Padronização das medidas e cuidados metodológicos são fortemente recomendados.

Palavras-chave: Fisioterapia do Trabalho, dor crônica, citocinas, inflamação, biomarcadores inflamatórios, exposição ocupacional.

Abstract

Background: The pathophysiological pathways associated with work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) have been studied, mainly in animal models. However, systematic reviews evaluating humans were not found.

Objective: This study of systematic literature review aimed at verifying whether inflammatory biomarkers are altered in subjects with WMSDs performing occupational activities or simulated tasks in laboratory settings.

Methods: A survey was carried out in the following electronic databases: including Medline, Science Direct, Web of Science, Scopus and Cinahl. The last search was performed in May 2013. We selected studies which investigated the relationship between inflammatory biomarkers and WMSDs in subjects performing any occupational activity or simulated tasks in laboratory settings. There was no restriction regarding language and publication date.

Results: The electronic search yielded 410 studies, nine of which met the inclusion criteria and were included in the review, being five quasi-experimental and four observational cross-sectional studies. No experimental study was identified. Four trials have high quality and five have low methodological quality. Interleukin 6 was evaluated in eight studies, TNF α in six studies, interleukin 1 β in four studies, C reactive protein in three studies and interleukins 8 and 10 in two studies. Thirteen other inflammatory biomarkers were found in one study each.

Conclusions: The level of evidence was inconclusive for all biomarkers, since the findings were inconsistent across studies. The heterogeneity of the studies explains this level of evidence found. Standardization and methodological improvements are strongly recommended.

Keywords: Physical Therapy in Occupational Health, chronic pain, cytokines, inflammation, inflammatory biomarkers, work exposure

Introdução

As LER/DORT são caracterizadas como distúrbios dos músculos, nervos, ligamentos, articulações, cartilagens, vasos sanguíneos ou discos intervertebrais associados a fatores de risco ergonômicos^{1,2}. Estes distúrbios são considerados um problema de saúde pública comum e dispendioso³⁻⁵, não só no Brasil mas também em outros países⁶.

Os gastos gerados por estes distúrbios, considerando somente o acometimento dos membros superiores, chega a 61,2 milhões anuais nos EUA⁷. No Brasil, os dados disponíveis referem-se às doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo e foram da ordem de 100 milhões de reais em 2010, incluindo aposentadorias por invalidez e auxílios-doença acidentários⁸. Ressalta-se também a alta incidência de faltas no trabalho por estes distúrbios, especialmente devido à dor⁹.

Diversos aspectos biomecânicos estão associados à ocorrência das LER/DORT, tais como força excessiva, posturas inadequadas, movimentos repetitivos e tempo de recuperação insuficiente^{4,10-13}. Dados epidemiológicos indicam que os trabalhadores que realizam tarefas altamente repetitivas e com alta demanda de força são 29 vezes mais propensos a desenvolver LER/DORT do que aqueles que realizam tarefas de baixa força e repetição^{14,15}.

As LER/DORT incluem diagnósticos específicos e inespecíficos, tais como tendinopatias, compressões nervosas periféricas, síndromes e desordens musculares e articulares¹⁶⁻¹⁸. Estes distúrbios afetam principalmente membros superiores e coluna vertebral, tendo como problemas mais frequentes a mialgia de trapézio¹⁹, síndrome do túnel do carpo²⁰ e distúrbios lombares²¹.

Medidas quantitativas da sobrecarga e das respostas associadas a estes distúrbios podem ser encontradas na literatura^{22,23}, sendo que a ênfase tem sido dada à avaliação dos fatores de risco²⁴⁻²⁶ e aos aspectos clínicos e epidemiológicos²⁷⁻³². Uma outra abordagem visa compreender as vias fisiopatológicas associadas a estes distúrbios, recebendo destaque a avaliação dos biomarcadores inflamatórios^{6,19,33-36}.

Grande parte do conhecimento dos mecanismos inflamatórios em situações de esforço repetitivo advém de trabalhos experimentais com animais³⁷⁻³⁹ e cultura celular *in vitro*^{40,41} (para revisão ver referências⁴²⁻⁴⁵). Contudo, nas últimas décadas, alguns estudos com seres humanos têm demonstrado mudanças nos níveis dos biomarcadores inflamatórios relacionados com a dor⁴⁶ e com as LER/DORT^{3,6,19,33-36}.

Entretanto, ainda há uma lacuna no entendimento sobre a utilização das citocinas para monitorar as respostas do organismo à sobrecarga biomecânica. Diante disso, este estudo de revisão sistemática da literatura teve por objetivo verificar se os biomarcadores inflamatórios estão envolvidos nas LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório.

Métodos

Protocolo e registro

O protocolo desta revisão sistemática foi previamente definido utilizando o *software* StArt (*State of the Art Through Systematic Review*). Este programa é gratuito e pode ser obtido *online* (http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool). A revisão foi cadastrada no *National Center for the Dissemination of Disability Research*.

Fontes de informação e busca

Foi realizada pesquisa nas bases de dados eletrônicas *Medline* (1966-atual), *Science Direct* (1823-atual), *Web of Science* (1955-atual), *Scopus* (1823-atual) e *Cinahl* (1937-atual). A última busca foi realizada em maio de 2013.

A pesquisa foi realizada usando as seguintes palavras-chave em inglês: *cytokines*, *inflammatory mediators*, *inflammatory cytokines*, *inflammation*, *interleukines*, *work exposure*, *work-related musculoskeletal disorders* e *cumulative trauma disorder*. As combinações de palavras chave utilizadas (*strings*) estão apresentadas na Tabela 1.

Os estudos identificados em cada base de dados foram exportados para o programa StArt, no qual os artigos foram organizados e todas as etapas foram realizadas, desde o planejamento e execução até a etapa de sumarização dos resultados.

Tabela 1. Combinação de palavras chave (*strings*) utilizadas nas ferramentas de busca.

Base de dados	String
Medline	(("cytokines"[MeSH Terms] OR "cytokines"[All Fields]) OR ("chemokines"[MeSH Terms] OR "chemokines"[All Fields]) OR "Receptors, Cytokine"[All Fields] OR "Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor"[All Fields] OR ("kinins"[MeSH Terms] OR "kinins"[All Fields]) OR "Acute-Phase Proteins"[All Fields] OR "Inflammation Mediators"[All Fields] OR "Receptors, Interleukin"[All Fields] OR "Interleukins"[All Fields]) AND ("Cumulative Trauma Disorders"[All Fields] OR "Work related musculoskeletal disorder"[All Fields] OR "Repetitive strain injury"[All Fields] OR "low back disorder"[All Fields])
Science Direct	(Cytokines OR Chemokines OR "Receptors, Cytokine" OR "Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor" OR Kinins OR "Acute-Phase Proteins" OR "Inflammation Mediators" OR "Receptors, Interleukin" OR "Interleukins") AND ("Cumulative Trauma Disorders" OR "Work related musculoskeletal disorder" OR "Repetitive strain injury" OR "low back disorder")
Web of Science	TS=(Cytokines OR Chemokines OR Receptors, Cytokine OR Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor OR Kinins OR Acute-Phase Proteins OR Inflammation Mediators OR Receptors, Interleukin OR Interleukins) AND TS=(Cumulative Trauma Disorders OR Work related musculoskeletal disorder OR Repetitive strain injury OR low back disorder)
Scopus	(Cytokines OR Chemokines OR "Receptors, Cytokine" OR "Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor" OR Kinins OR "Acute-Phase Proteins" OR "Inflammation Mediators" OR "Receptors, Interleukin" OR "Interleukins") AND ("Cumulative Trauma Disorders" OR "Work related musculoskeletal disorder" OR "Repetitive strain injury" OR "low back disorder")
Cinahl	(Cytokines OR Chemokines OR "Receptors, Cytokine" OR "Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor" OR Kinins OR "Acute-Phase Proteins" OR "Inflammation Mediators" OR "Receptors, Interleukin" OR "Interleukins") AND ("Cumulative Trauma Disorders" OR "Work related musculoskeletal disorder" OR "Repetitive strain injury" OR "low back disorder")

Crêterios de elegibilidade

Os artigos incluídos nesta revisão atenderam aos seguintes cr terios:

- Tipo de estudo: foram selecionados estudos observacionais, quase experimentais e experimentais⁴⁷, que investigaram a rela o entre mediadores inflamatórios e as LER/DORT. Não foi aplicada nenhuma restri o em rela o ao idioma e data da publica o. Apenas estudos completos foram incluídos, resumos, cartas e editoriais foram excluídos.
- Tipo de participante: foram selecionados os estudos que envolvessem seres humanos, sejam eles trabalhadores ou indivíduos que simulassem a realiza o de alguma atividade ocupacional. Estudos que envolvessem pacientes fora do contexto ocupacional foram excluídos.
- Tipo de protocolos experimentais: foram selecionados os estudos nos quais os indivíduos realizassem trabalho repetitivo, manuseio de cargas ou qualquer outra atividade ocupacional real ou simulada em laboratório.
- Tipo de desfecho: foram incluídos os estudos que avaliaram os biomarcadores inflamatórios.

Sele o dos estudos

Dois revisores independentes (FMF e TOS) selecionaram os estudos com base nos títulos, excluindo aqueles claramente não relacionados com o tema da revisão. A seguir, todos os títulos selecionados tiveram seus resumos analisados para identificar aqueles que atendessem aos cr terios de inclusão. Todos os artigos potencialmente relevantes tiveram seus textos completos obtidos e as d vidas a respeito do atendimento aos cr terios de inclusão foram esclarecidas, assim como a avalia o final dos artigos incluídos. As discordâncias entre os revisores foram resolvidas por meio de consenso em todas as etapas do estudo.

Coleta dos dados e itens avaliados

Os revisores trabalharam de forma independente, utilizando um formulário padronizado para sistematizar os dados. Foram coletadas informa es referentes ao objetivo, amostra (número total de participantes, número de participantes em cada grupo experimental,

idade, sexo, massa, altura e características clínicas), biomarcadores, método de avaliação do biomarcador, distúrbio musculoesquelético, protocolo experimental, tarefa simulada, tipo de estudo, principais achados, conclusões e principais limitações dos estudos.

Risco de viés dos estudos individuais

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada a lista de itens proposta por Ariëns et al (2000)⁴⁸. Esta lista consiste em 22 itens, agrupados em: objetivos (1 item), desenho (4 itens), medidas da exposição (10 itens), desfechos (4 itens), análise e apresentação dos dados (3 itens), sendo adequada para avaliação de estudos observacionais, experimentais e quase experimentais. Alguns itens são específicos ao tipo de estudo avaliado, assim nem todos os itens são aplicáveis e a pontuação máxima varia entre os estudos. Quatro itens foram excluídos para todos os estudos por não se adequarem ao tipo de desfecho estudado, resultando em 18 itens. Os itens excluídos foram: taxa de resposta de pelo menos 80% após 1 ano de seguimento; casos novos incluídos no seguimento; desfecho medido após 1 ano de seguimento; desfecho medido pelo menos 1 vez a cada 3 meses.

Para cada item da lista o estudo foi classificado em positivo (+), negativo (-) ou não esclarecido (?) caso a informação não tenha sido reportada. Para cada estudo foi calculada uma pontuação, a qual consiste na soma dos itens avaliados de forma positiva. A partir desta pontuação os estudos foram classificados em alta e baixa qualidade. Os estudos foram considerados de alta qualidade quando atenderam a pelo menos 50% da pontuação máxima. Dois avaliadores avaliaram os estudos de forma independente (FMF e TOS), os resultados foram comparados e as diferenças foram resolvidas na forma de consenso.

Resumo das medidas e síntese dos resultados

Quando disponível em tabelas, os valores médios, desvios padrão e tamanho amostral de cada grupo foram extraídos. No caso de apresentação dos dados apenas em gráficos os valores médios foram estimados. Em virtude da falta de homogeneidade dos estudos não foi possível realizar metanálise.

Para determinação dos níveis de evidência foram considerados os seguintes critérios⁴⁸:

(i) *forte evidência*: achados consistentes em múltiplos estudos de alta qualidade do tipo quase experimental; (ii) *evidência moderada*: achados consistentes em múltiplos estudos do tipo quase experimental, sendo apenas um de alta qualidade; (iii) *alguma evidência*: achados em um estudo do tipo quase experimental e achados consistentes em vários estudos observacionais transversais sendo apenas um de alta qualidade; (iv) *evidência inconclusiva*: apenas um estudo disponível ou achados inconsistentes em múltiplos estudos.

Resultados

Seleção dos estudos

A busca eletrônica resultou em 410 artigos. Desses, 111 eram duplicatas e foram excluídos, restando 299 estudos.

Dois revisores independentes avaliaram os 299 títulos e resumos, excluindo os estudos que claramente não atendiam aos critérios de inclusão. Ao final desta etapa restaram 34 artigos, os quais tiveram seus textos completos avaliados. Destes, 25 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão e 9 artigos foram incluídos na revisão. A Figura 1 mostra o fluxograma com os procedimentos realizados.

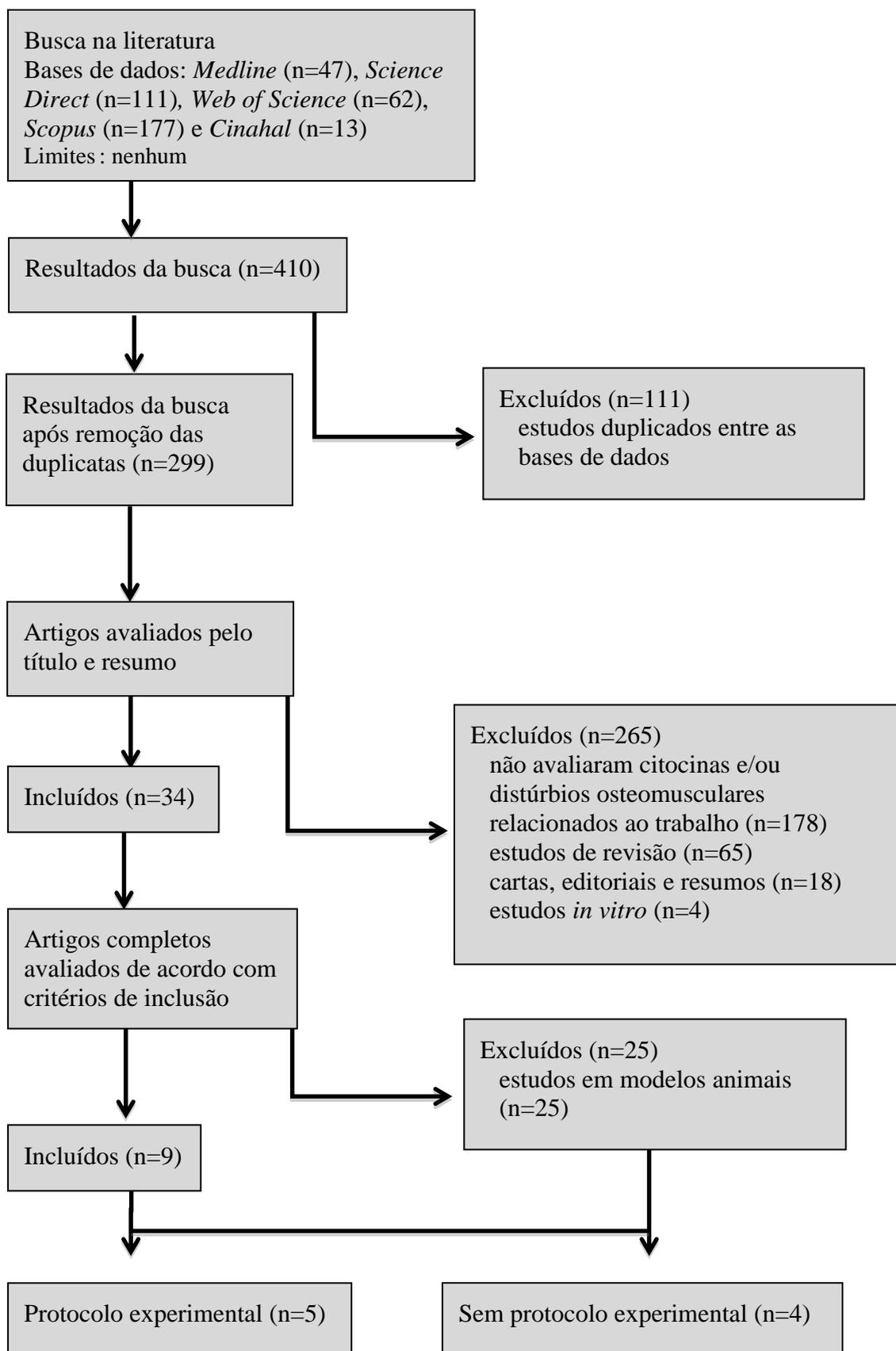


Figura 1. Fluxograma das etapas da revisão sistemática.

Características dos estudos

A Tabela 2 mostra as principais características dos estudos, os quais foram publicados entre os anos de 2000 e 2013. Os objetivos dos artigos avaliados podem ser organizados em três grupos: 1. avaliar os biomarcadores e associá-los aos sintomas musculoesqueléticos relacionados ao trabalho^{6,34-36,49-51}; 2. avaliar os biomarcadores e associá-los aos fatores psicossociais ocupacionais³⁶ e 3. avaliar os biomarcadores e associá-los às condições ergonômicas do trabalho³³.

Em relação ao desenho do estudo, oito dos nove artigos possuíam grupos caso e controle e apenas um estudo³³ não apresentou grupos de comparação, sendo que neste estudo a comparação foi realizada entre diferentes sessões. Ainda em relação ao desenho, quatro estudos eram observacionais transversais^{19,34,36,49} e cinco eram quase experimentais, com comparação dos desfechos antes e depois da execução de um protocolo de trabalho simulado^{6,33,35,50} ou real⁵¹. Nenhum estudo era experimental, ou seja, realizou alocação aleatória dos sujeitos. O tamanho amostral variou bastante entre os estudos, sendo que do total de estudos seis tiveram tamanho amostral inferior a 30 voluntários em cada grupo^{6,19,35,49-51} e dois estudos tiveram tamanho amostral maior que 200 sujeitos^{34,36}. Um dos estudos selecionados avaliou apenas 12 sujeitos³³.

Foram identificados dezenove tipos de biomarcadores inflamatórios. O biomarcador mais avaliado foi a interleucina-6 (IL-6), mensurado em oito estudos; seguida do fator de necrose tumoral (TNF α) avaliado em seis estudos; a interleucina-1 β (IL-1 β) em quatro estudos; a proteína C reativa (PCR) em três estudos e a interleucinas-8 e -10 em dois estudos cada. Os demais treze biomarcadores foram mensurados em apenas um estudo.

Diferentes tecidos biológicos e métodos de quantificação dos biomarcadores foram utilizados, sendo que seis estudos realizaram análises sanguíneas (séricas e/ou

plasmáticas) por ensaio imuno enzimático^{19,33-36,49} e dois quantificaram os biomarcadores intersticiais por microdiálise^{50,51}. Apenas um estudo realizou a detecção dos marcadores inflamatórios por reação em cadeia de polimerase em tempo real com biópsia muscular⁶. Quatro dos nove estudos realizaram medidas dos níveis de biomarcadores inflamatórios em duplicata^{19,33,35,49}.

Em relação aos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho foram avaliados nos estudos selecionados indivíduos com mialgia crônica de trapézio^{6,35,50,51}, distúrbios de membros superiores^{19,34,36,49} e distúrbios lombares^{33,36}.

Cinco estudos realizaram algum protocolo que envolvesse simulação de atividade ocupacional, sendo quatro com trabalhos manuais repetitivos^{6,35,50,51} e um com manuseio de cargas³³; os demais estudos não realizaram simulação do trabalho.

Risco de viés dos estudos

A Tabela 3 mostra os resultados da avaliação de qualidade metodológicas dos estudos. Nota-se que quatro dos nove estudos foram considerados de alta qualidade^{19,33,36,51}. Quatro itens não foram atendidos em nenhum dos estudos e seis itens foram atendidos em todos os estudos. Desta forma os demais oito itens, sendo sete referentes a medidas da exposição e um ao desfecho, fizeram com que os estudos diferenciassem entre si em relação à qualidade metodológica.

Tabela 2. Principais características dos artigos selecionados (n=9).

Autores	Objetivo	Tipo de estudo	Tamanho amostral	Biomarcador	Método de análise	Distúrbio musculoesquelético	Protocolo experimental	Tarefa simulada
Theorell et al (2000) ³⁶	verificar se as queixas musculoesqueléticas estão associadas com distúrbios na regulação da IL-6 verificar se alterações na IL-6 estão associadas com condições psicossociais adversas	transversal	GCr: n=154 (85 mulheres e 72 homens, idade média 41 anos) pessoas que viviam na mesma área geográfica e pareados aos casos em relação ao gênero e idade GCa: n=86 sujeitos divididos em 3 grupos: dor lombar (26 mulheres e 19 homens, idade média 42 anos); dor pescoço/ombro (25 mulheres e 8 homens, idade média 41 anos); dor lombar, pescoço/ombro (5 mulheres e 3 homens, idade média 45 anos)	IL-6	ensaio imuno enzimático (Quantikine™) avaliação sistêmica sensibilidade de 0,05 pg/ml	dor lombar aguda dor no pescoço e ombro	medida da IL-6 no meio do dia (12:00h)	não realizou
Rosendal et al (2005) ³⁵	investigar se mialgia do trapézio está associada com aumento intersticial de IL-6	quase experimental	GCr: n=20 mulheres saudáveis, 36 anos (26-56), 166 cm (153-178), 63 kg (48-82) GCa: n=19 mulheres com mialgia crônica do trapézio com surgimento relacionado a trabalho repetitivo e estático, com piora ao longo do tempo, 41 anos (21-61), 165 cm (153-175), 65 kg (52-87)	IL-6	ensaio imuno enzimático (Quantikine™) avaliação sistêmica medidas realizadas em duplicata nível de detecção 15,6 pg/ml	mialgia crônica de trapézio associada ao trabalho estático ou repetitivo	medidas realizadas na LB, após 20 minutos de TR e 120 minutos após o trabalho simulado	trabalho simulado repetitivo com baixa exigência de força
Carp et al (2007) ⁴⁹	determinar se existe relação entre a gravidade das lesões musculoesqueléticas dos membros superiores relacionadas ao trabalho e os níveis séricos de IL-1β, TNF-α, IL-6 e PCR	transversal	GCr: n=9, 6 mulheres e 3 homens; 39,0±10,8 anos; 22,7±3,7 kg/m ² GCa: n=22 sujeitos com lesões musculoesqueléticas dos membros superiores relacionadas ao trabalho com duração inferior a 12 semanas, estratificados de acordo com a gravidade dos sinais e sintomas, 11 mulheres e 11 homens; 45,2±16,7 anos; 23,4±3,5 kg/m ² , duração dos sintomas 51,7±18,9 dias	IL-1β IL-6 TNFα PCR	ensaio imuno enzimático (ELISA, OptEIA, BD Biosciences) avaliação sistêmica medidas realizadas em duplicata	lesões musculoesqueléticas dos membros superiores relacionadas ao trabalho com início nos últimos 12 meses	medida dos biomarcadores realizada entre as 7:00 e 12:00h	não realizado
Gerdle et al (2008) ⁵⁰	investigar diferenças nas concentrações musculares de BKN e KAL no músculo trapézio com mialgia crônica relacionada ao trabalho e controles saudáveis	quase experimental	GCr: n=20 mulheres saudáveis, 36 anos (26-56), 166 cm (153-178), 63 kg (48-82) GCa: n=19 mulheres, 41 anos (21-61), 165 cm (153-175), 65 kg (52-87)	BKN KAL	microdiálise avaliação local nível de detecção: KAL=62,5pg/ml; BKN=100pg/ml	mialgia crônica de trapézio associada ao trabalho estático ou repetitivo	medidas realizadas na LB, após 20 minutos de TR e 120 minutos após o TR	trabalho simulado repetitivo com baixa exigência de força
Larsson et al (2008) ⁵¹	avaliar a concentração intersticial de substâncias algésicas e metabólicas em trabalhadoras com mialgia do trapézio e saudáveis sem dor durante a jornada de trabalho de oito horas	quase experimental	GCr: n=20 mulheres sem relato de dor de pescoço ou ombro que realizavam tarefas industriais repetitivas, 45,2±11,3 anos, 162±6 cm, 67±6,0 kg GCa: n=20 mulheres profissionalmente ativas com queixa de dor crônica no pescoço e ombro, 43,8±9,8 anos, 166±5 cm, 69,5±9,5 kg	IL-1β IL-2 IL-4 IL-5 IL-6 IL-8 IL-10 TNFα IFNγ	microdiálise (TenPlex, BioSource) avaliação local	mialgia crônica de trapézio associada ao trabalho estático ou repetitivo	níveis intersticiais de biomarcadores medidos a cada hora de trabalho	8h de trabalho industrial repetitivo

Rechardt et al (2011) ³⁴	avaliar os níveis das citocinas da família IL-1 e receptores solúveis em trabalhadores com início de distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores em relação a trabalhadores saudáveis	transversal	GCr: n= 42 trabalhadores saudáveis pareados em relação a idade e sexo, 43,9±9,2 anos, 23,1±2,9 kg/m ² GCa: n=163 trabalhadores ativos com sintomas a no máximo 1 mês, 45,0±9,8 anos, 25,5±4,4 kg/m ²	IL-1 α IL-1 β IL-1Ra sIL-1RII sST2 IL-6 IL-8 IL-18 IL-33 TNF α PCR	IL-1 α , IL-1 β , IL-1Ra, IL-6, IL-8, IL-18 e TNF α : kits de citocinas Bio-Plex (Bio-Rad Laboratories) IL-33, sIL-1RII, sST2: ensaio imuno enzimático (DuoSet ELISA, R&D Systems) PCR: sistema imunoturbidimétrico (Advia 1800, Siemens, USA) avaliação sistêmica	distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores relacionados ao trabalho por na máximo 1 mês	ND	não realizado
Riondino et al (2011) ¹⁹	analisar alterações inflamatórias sistêmicas em relação a dor e/ou incapacidade em trabalhadores que utilizam terminais de vídeo (VTO)	transversal	GCr: n=21 controle, 5 homens e 16 mulheres; idade entre 32 e 50 anos; assintomáticos e usam terminais de vídeo menos que 2h/dia GCa: n=21 sujeitos casos (VTO), 5 homens e 16 mulheres; idade entre 30 e 53 anos; trabalhadores de um hospital que usam terminais de vídeo pelo menos 20h/sem; média de 5,4±1,5 h/dia	IL-6 TNF α hs-CRP	IL-6 e TNF α : ensaio imuno enzimático (R&D System, USA) avaliação sistêmica hs-CRP: sistema imunoturbidimétrico (Architect c8000, Abbott Laboratories, USA) medidas realizadas em duplicata	estresse musculoesquelético devido a esforço repetitivo crônico, com sintomas e incapacidades mas sem lesão confirmada	medida dos biomarcadores realizada entre as 7:00 e 8:00h	não realizado
Yang et al (2011) ³³	quantificar as respostas bioquímicas agudas geradas pelo manuseio de cargas avaliar a relação entre as respostas bioquímicas e a sobrecarga lombar	quase experimental	n= 12 homens saudáveis sem histórico de dor lombar 24,3±5,0 anos; 69,1±9,1 kg; 173,2±6,7 cm nenhum realizou trabalho que envolvesse manuseio de cargas no último ano	IL-1 β IL-6 IL-8 IL-10 TNF α PGE ₂	ensaio imuno enzimático (Human Proinflammatory-4 IL, Human IL-10; Meso Scale Discovery, Gaithersburg, USA) avaliação sistêmica medidas realizadas em duplicata	sobrecarga lombar	medida dos biomarcadores na LB, 0h, 2h e 24 h após as sessões de manuseio	duas sessões de manuseio de cargas (2,3 e 11,3 kg) e uma sessão controle (sem manuseio), cada sessão realizada em um dia, com intervalo de uma semana e ordem aleatorizada frequência de 12 manuseios/min com duração de 2h sem repouso

Sjøgaard et al (2013) ⁶	avaliar os níveis de citocinas no músculo trapézio de trabalhadores com mialgia crônica de trapézio em relação ao um grupo controle assintomático no repouso e em resposta ao trabalho manual repetitivo	quase experimental	GCr: n=16 mulheres assintomáticas; 44±9,1 anos, 1,68±0,055 m, 70±10,6 kg GCa: n=28 mulheres com mialgia de trapézio; 44±9,8 anos, 1,65±0,061 m, 72±15,0 kg todas realizavam trabalhos monótonos e repetitivos (linha de montagem, escritório)	IL-6 TNF α	biópsia muscular – método de western blot e reação em cadeia da polimerase avaliação local	mialgia crônica de trapézio associada ao trabalho estático ou repetitivo	linha de base, após 2h de repouso, 40 minutos de TR e 120 minutos após o trabalho simulado	40 minutos de trabalho manual repetitivo seguido de 2h de recuperação e 10 minutos de trabalho manual repetitivo e com alta demanda cognitiva
------------------------------------	--	--------------------	---	----------------------	---	--	--	---

BKN: bradicinina; GCr: grupo controle; GCa: grupo caso; hs-CRP: *high sensitive* PCR; IFN: interferon; IL: interleucina; IL-1Ra: receptores antagonistas de IL-1; sIL-1RII: receptor solúvel 2 de IL-1; KAL: kalidina; LB: linha de base; ND: não descreve; PCR: proteína C reativa; PG: prostaglandina; REC: período de recuperação; sST2: receptor supressor de proliferação celular; TM: mialgia do trapézio; TNF: fator de necrose tumoral; TR: trabalho repetitivo.

Tabela 3. Avaliação da qualidade dos artigos selecionados (n=9).

Autores	Theorell et al (2000) ³⁶	Rosendal et al (2005) ³⁵	Carp et al (2007) ⁴⁹	Gerdle et al (2008) ⁵⁰	Larsson et al (2008) ⁵¹	Rechardt et al (2011) ³⁴	Riondino et al (2011) ¹⁹	Yang et al (2011) ³³	Sjøgaard et al (2013) ⁶
Objetivo									
<i>específico e descrito de forma clara</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Desenho do estudo									
<i>principais características da amostra descritas</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>taxa de participação no início do estudo de pelo menos 80%</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>casos e controles definidos, pertencentes a mesma população e indivíduos com dor nos últimos 90 dias excluídos do grupo controle</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
Medidas da exposição									
<i>dados da exposição biomecânica coletados e usados na análise</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>dados da exposição biomecânica coletados por métodos padronizados e de qualidade aceitável</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>dados da exposição psicossocial coletados e usados na análise</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>dados da exposição psicossocial coletados por métodos padronizados e de qualidade aceitável</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>dados da exposição biomecânica e psicossocial extra laboral coletados e usados na análise</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>dados da exposição biomecânica prévia coletados e usados na análise</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>dados da história prévia de sintomas, idade e sexo coletados e usados na análise</i>	+	-	+	-	-	+	+	+	+
<i>avaliação da exposição realizada da mesma forma para os grupos caso e controle</i>	?	-	-	-	+	-	-		-
<i>avaliação da exposição realizada antes da avaliação do desfecho</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Desfecho									
<i>avaliação do desfecho cega em relação ao grupo a que pertencia o sujeito</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>desfechos coletados por métodos padronizados e de qualidade aceitável</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Análise e apresentação dos dados									
<i>modelo estatístico adequado para o desfecho avaliado e medidas de associação apresentadas com intervalos de confiança</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>controle de variáveis confundidoras</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>número de casos na análise multivariada foi de pelo menos 10 vezes o número de variáveis independentes incluídas na análise</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontuação	10 (55%)	6 (33%)	7 (39%)	7 (39%)	12 (66%)	7 (39%)	9 (50%)	9 (56%)	7 (39%)
Pontuação máxima	18	18	18	18	18	18	18	16	18

+: critério atendido; -: critério não atendido; ?: critério não esclarecido.

Resultados individuais dos estudos e síntese dos resultados

A Tabela 4 mostra a síntese dos principais achados e conclusões dos estudos selecionados. A comparação entre grupos caso e controle indicou que para a IL-6, dos sete estudos caso controle apenas dois encontraram aumento nos grupos caso^{19,36}, sendo que estes estudos eram transversais e de alta qualidade metodológica. Os demais cinco estudos não identificaram diferenças entre casos e controles, sendo quatro deles de baixa qualidade^{6,34,35,49} e apenas um de alta qualidade⁵¹, além disso dois destes estudos eram transversais^{34,49} e três quase experimentais^{6,35,51}. Assim, nota-se uma evidência inconclusiva, uma vez que foram identificados achados inconsistentes em múltiplos estudos.

O mesmo nível de evidência foi obtido para os biomarcadores TNF α , IL-1 β , PCR, IL-8. Os demais biomarcadores não foram considerados para síntese de evidências por terem sido avaliados em apenas um estudo.

Para o TNF α , dos cinco estudos encontrados dois deles indicam aumento deste biomarcador^{19,49} e três não encontraram diferenças^{6,34,51}; sendo que dos que encontraram aumento um era de alta qualidade metodológica e transversal¹⁹ e um era de baixa qualidade e transversal⁴⁹. Dentre os que não encontraram diferença entre os grupos um era de alta qualidade e quase experimental⁵¹ e dois eram de baixa qualidade, sendo um transversal³⁴ e um quase experimental⁶.

Para IL-1 β dos três estudos identificados nenhum identificou diferença entre grupos, sendo um de alta qualidade (quase experimental⁵¹) e dois de baixa qualidade (transversal^{34,49}). Para a PCR, todos os estudos identificados eram transversais e houve aumento em apenas um de baixa qualidade⁴⁹, os dois estudos restantes não encontraram diferenças (um de alta¹⁹ e um de baixa qualidade³⁴). Para IL-8 foram encontrados

apenas dois estudos, sendo que para IL-8 um dos estudos identificou aumento⁵¹ e para o outro não houve diferença³⁴.

A comparação entre medidas antes e depois do trabalho simulado indicou que quatro estudos avaliaram a IL-6 antes e depois da realização de alguma atividade simulada, sendo que dois encontraram aumento desta interleucina^{33,35} e dois não encontraram modificações^{6,51}. Para o TNF α foram identificados três estudos, sendo que em dois não houve diferença^{6,51} e para um houve aumento deste biomarcador³³. Para IL-1 β dois estudos foram identificados, sendo que em um deles houve aumento³³ e no outro houve diminuição⁵¹ após o trabalho simulado. Para a IL-8 foram identificados dois estudos, em um deles não houve mudança³³ e no outro houve aumento⁵¹ e para IL-10 também foram identificados dois estudos, em um deles não houve mudança⁵¹ e no outro houve aumento³³ deste mediador. Diante disso, para a comparação entre as medidas antes e depois do trabalho simulado o nível de evidência obtido também foi inconclusivo para todos os biomarcadores.

Tabela 4. Síntese dos principais achados e conclusões dos artigos selecionados (n=9).

Autores	Principais achados	Conclusões	Limitações
Theorell et al (2000) ³⁶	<p>IL-6 mais elevada nas mulheres do grupo caso (n=26; 4,4 pg/ml [IC95%=3,6-5,4]) em relação ao controle (n=84; 3,1 pg/ml [IC95%=2,6-3,6])</p> <p>maior satisfação no trabalho reduz IL-6 nas mulheres (P<0,05); menor controle no trabalho aumenta IL-6 nos homens (F=4,925; P<0,05); depressão não foi associada com IL-6</p>	níveis séricos de IL-6 podem ser úteis para avaliar condições psicossociais adversas	<p>não avaliaram níveis basais de IL-6</p> <p>não descrevem exposição ocupacional</p> <p>não apresentam estimativas pontuais e de variabilidade para as associações com as variáveis psicossociais</p>
Rosendal et al (2005) ³⁵	<p>em ambos os grupos, a IL-6 intersticial aumentou em resposta ao exercício, manteve-se elevada durante o período de recuperação inicial e diminuiu abaixo dos níveis basais após 2 horas de recuperação (P<0,05)</p> <p>não houve diferença entre os grupos na LB (GCa=1500 pg/ml e GCr=1700 pg/ml) e durante o TR (GCa=3000 pg/ml e GCr=3100 pg/ml) e na REC (GCa=1400 pg/ml e GCr=1400 pg/ml)</p>	<p>o aumento da IL-6 durante o TR confirmou seu papel metabólico mesmo em atividade com baixa exigência de força</p> <p>o aumento da IL-6 em ambos os grupos diminui a evidência de participação desta interleucina como principal fator inflamatório da TM</p>	não apresentam estimativas pontuais e de variabilidade, os dados foram estimados a partir dos gráficos
Carp et al (2007) ⁴⁹	<p>biomarcadores foram positivamente correlacionados com a gravidade da lesão: PCR (r_s=0,81; P<0,0001); IL-1β (r_s=0,70; P<0,0001), TNFα (r_s=0,66; P<0,0001) e IL-6 (r_s=0,52; P<0,003)</p> <p>houve diferença entre os grupos para PCR (GCr=0,08±0,12; GCa= 0,51±0,22 mg/dl) e TNFα (GCr= 2,87±1,18; GCa 8,45±3,32 pg/ml)</p> <p>não houve diferença entre os grupos para IL-1β (GCr=1,29±1,04; GCa=6,95±3,35 pg/ml) e IL-6 (GCr=1,05±0,94; GCa=4,80±1,42 pg/ml)</p>	<p>lesões musculoesqueléticas de início recente apresentam componente inflamatório</p> <p>aumento nos biomarcadores séricos estão associados com um aumento do número de sinais, locais de dor, sensibilidade, irritação do nervo periférico, fraqueza e limitação de movimento</p> <p>biomarcadores podem ser usados para acompanhar a evolução da doença e a resposta ao tratamento</p>	não apresenta dados sobre a exposição ocupacional
Gerdle et al (2008) ⁵⁰	<p>aumento significativo no nível de BKN no GCa durante o trabalho repetitivo (P<0,05)</p> <p>aumento significativo no nível de KAL no GCa em relação ao GCr (P<0,05)</p> <p>correlação positiva significativa entre níveis de BKN e KAL e intensidade da dor (R²=0,15)</p> <p>não houve correlação entre BKN e KAL com o fluxo sanguíneo muscular (r=-0,07)</p>	ambos os mediadores inflamatórios estão envolvidos na dor crônica e se relacionam à intensidade da dor	não apresentam valores, apenas gráficos e resultados dos testes estatísticos
Larsson et al (2008) ⁵¹	<p>não foram encontradas diferenças significativas (P>0,05) entre o GCa e GCr nas concentrações intersticiais de citocinas: IL-1β (GCr=380±247; GCa=303±184 pg/ml); IL-2 (GCr=55,4±70,3; GCa=15,9±22,0 pg/ml); IL-4 (GCr=44,0±92,5; GCa=24,9±42,6 pg/ml); IL-5 (GCr=25,9±63,7; GCa=11,9±13,8pg/ml); IL-6 (GCr=11609±6507; GCa=11580±9375 pg/ml); IL-8 (GCr=1053±751; GCa=966±739 pg/ml); IL-10 (GCr=72,1±145,7; GCa=43,3±72,4 pg/ml); TNFα (GCr=30,8±42,8; GCa=25,8±38,2 pg/ml); IFNγ (GCr=195,6±494,2; GCa=195,5±18,4 pg/ml)</p> <p>para ambos os grupos foi encontrada diminuição significativa (P<0,05) da IL-1β (diferença média de -0,23; IC95% [-0,76-0,001]) e aumento da IL-8 ao longo do dia de trabalho (diferença média de 2,11; IC95% [0,055-7,12]); não houve diferença ao longo do dia para a IL-6 (diferença média de 944; IC95% [3850-5440]), TNFα (diferença média de -3,98; IC95% [-2737-1940]) e IL-10 (diferença média de 1,71; IC95% [-16,95-13,52])</p>	GCa apresentava baixa intensidade de dor, o que pode ter contribuído para que as diferenças não fossem significantes entre os grupos	não analisa de forma conjunta os indicadores de exposição biomecânica, psicossocial e biomarcadores

Rechardt et al (2011) ³⁴	<p>níveis de IL-6 (GCr=2,29±2,69; GCa=3,13±6,51 pg/ml), TNFα (GCr=1,44±5,4; GCa=1,82±8,4 pg/ml), IL-1β (GCr=0,71±1,51; GCa=0,51±1,33 pg/ml), PCR (GCr=1,30±2,3; GCa=1,88±2,7 pg/ml) e IL-8 (GCr=3,38±2,26; GCa=4,36±2,81 pg/ml) iguais nos GCa em relação ao GCr</p> <p>níveis de sIL-1RII (GCr=3714±2007; GCa=5599±2251 pg/ml) e sST2 (GCr=427±221; GCa=727±1111 pg/ml) maiores no GCa em relação ao GCr</p> <p>níveis de IL-18 menores no GCa comparado ao GCr (GCr=91,7±59,1; GCa=77,4±46,7 pg/ml)</p>	associações significativas entre os níveis de sIL-1RII e IL-18 circulantes com distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores relacionados ao trabalho, sugerindo novos biomarcadores para o diagnóstico destes distúrbios	não apresenta dados sobre a exposição ocupacional
Riondino et al (2011) ¹⁹	<p>níveis de TNFα (P=0,005) e IL-6 (P=0,004) aumentados no GCa em relação ao GCr: TNFα (GCr=0,01[IQR=0,01-3,4]; GCa=7,3[IQR=3,1-29,6] pg/ml); IL-6 (GCr=0,8[IQR=0,4-1,8]; GCa=10,6[IQR=3,5-28,9] pg/ml)</p> <p>não houve diferença significativa (P=0,428) entre os GCa e GCr para o nível de hs-CRP (GCr=0,8[IQR=0,3-2,1]; GCa=1,0[IQR=0,5-1,9] pg/ml)</p> <p>correlação entre TNFα e IL-6 ($r_s=0,52$) e entre IL-6 e hs-CRP ($r_s=0,5551$)</p>	ocorrência de condição inflamatória de baixa intensidade em operadores de terminais de vídeo com deficiência leve/moderada, o que permite o reconhecimento precoce das lesões musculoesqueléticas induzidas pelo estresse repetitivo	reduzido tamanho amostral
Yang et al (2011) ³³	<p>nível de IL-6 aumentou significativamente (P=0,0441) após o manuseio de 2,3 kg (1,811 pg/ml) em relação à LB (1,077 pg/ml); o manuseio de 11,3 kg resultou em aumento da IL-6 imediatamente após o manuseio (3,667 pg/ml) e 2h após (3,219 pg/ml) em relação à LB (1,098 pg/ml) (P<0,0001)</p> <p>aumento da IL-6 e do TNFα foram significativamente maiores na carga de 11,3 kg em relação à sessão controle e de manuseio de 2,3 kg (P<0,0001)</p> <p>IL-1β aumentou 70% da LB (0,214 pg/ml) para 2h após o manuseio de 11,3 kg (0,366 pg/ml) (P=0,0033)</p> <p>TNFα aumentou 18% da LB (6,347 pg/ml) para 2h após o manuseio de 11,3 kg (7,507 pg/ml)</p> <p>IL-8 não apresentou variações em função do tempo e das cargas</p> <p>IL-10 apresentou variações em função do tempo, mas não entre as cargas</p> <p>níveis de IL-6 foram correlacionados com variáveis biomecânicas ($r=0,652$ para força de cisalhamento lateral; $r=0,581$ para força de compressão; $r=0,695$ para força de cisalhamento anteroposterior)</p>	<p>pode ser possível usar as citocinas inflamatórias como biomarcadores para monitorar as respostas fisiológicas ao manuseio de carga, IL-6 mostrou-se mais sensível</p> <p>cargas mecânicas podem causar microlesões nos tecidos, liberando mediadores inflamatórios, os quais podem iniciar a via de dor lombar</p> <p>tolerância inflamatória dos tecidos pode ser atingida antes do dano estrutural, isso muda do enfoque do aspecto biomecânico para a definição de limites seguros baseados na tolerância inflamatória</p>	<p>avaliou apenas indivíduos assintomáticos e inexperientes com a tarefa</p> <p>pequeno tamanho amostral</p>
Sjøgaard et al (2013) ⁶	<p>não houve aumento significativo da IL-6 e do TNFα após a realização do TR (IL-6: pré=0,017[IQR=0,005-0,072]; pós=1,244[IQR=0,004-4,347]; dados do TNFα não foram apresentados), não houve diferença entre os grupos (P>0,05)</p>	a tarefa manual repetitiva não induziu resposta inflamatória na mialgia crônica	<p>usou mesma incisão para retirar material para biópsia duas vezes, o que pode ter influenciado os achados</p> <p>grande variabilidade dos desfechos associada a pequeno tamanho amostral podem ter levado a aumento do erro tipo II</p>

BKN: bradicinina; GCr: grupo controle; GCa: grupo caso; hs-CRP: *high sensitive* PCR; IFN: interferon; IL: interleucina; IL-1Ra: receptores antagonistas de IL-1; IQR: distância interquartil; sIL-1RII: receptor solúvel 2 de IL-1; KAL: kalidina; LB: linha de base; ND: não descreve; PCR: proteína C reativa; PG: prostaglandina; REC: período de recuperação; sST2: receptor supressor de proliferação celular; TM: mialgia do trapézio; TNF: fator de necrose tumoral; TR: trabalho repetitivo.

Discussão

Este estudo de revisão sistemática teve por objetivo verificar se os biomarcadores inflamatórios estão alterados em indivíduos com LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório. Os resultados indicaram haver evidências inconclusivas sobre alterações da IL-6, TNF α , IL-1 β , PCR, IL-8 e IL-10, tanto para comparação entre grupos caso e controle como para comparação entre as medidas realizadas antes e depois do trabalho simulado. Os demais biomarcadores foram identificados em apenas um estudo cada, o que inviabilizou a síntese de evidência.

Os estudos encontrados foram publicados entre os anos de 2000 a 2013, o que indica que esta abordagem é relativamente recente e ainda requer estudos que busquem descrever os mecanismos inflamatórios envolvidos nestes distúrbios em humanos, a fim de elucidar suas vias fisiopatológicas.

Dentre os estudos identificados, o propósito mais comum foi identificar relação entre os biomarcadores e sintomas musculoesqueléticos, sendo que poucos estudos controlaram ou mensuraram os aspectos relacionados à exposição ocupacional, sejam eles biomecânicos ou psicossociais. A falta destas medidas introduz vieses metodológicos, o que foi considerado na avaliação da qualidade dos estudos. Nesse mesmo sentido, cabe destacar que poucos estudos apresentam tamanho amostral adequado, sendo que apenas dois estudos avaliaram grupos com mais de 30 sujeitos^{34,36} e um estudo não teve um grupo controle para comparação³³.

Nota-se também grande heterogeneidade em relação aos protocolos experimentais, métodos de quantificação e biomarcadores inflamatórios avaliados. Os protocolos experimentais envolveram trabalho repetitivo^{6,35,50,51} e manuseio manual de cargas³³ buscando simular situações industriais associadas a estes distúrbios¹³.

O método mais utilizado para mensurar os níveis de biomarcadores foi o ensaio imuno enzimático (ELISA)^{19,33-36,49}. Dois estudos utilizaram a microdiálise^{50,51} e apenas um estudo utilizou o método de reação em cadeia da polimerase em tempo real⁶. Os métodos ELISA e a microdiálise requerem a utilização de reagentes específicos. Cada reagente possui precisão estabelecida pelo fabricante, o que também pode ter variado entre os estudos. A microdiálise permite avaliar a concentração intersticial de proteínas, aminoácidos, íons e também o fluxo sanguíneo, entretanto é um método invasivo e sensível a alterações hemodinâmicas microvasculares do tecido muscular, o que pode influenciar a concentração intersticial das moléculas⁵². No método de reação em cadeia da polimerase variações podem ocorrer em função da regulação pós-transcricional do RNAm, uma vez que a expressão gênica pode não refletir necessariamente em maior síntese protéica⁵³.

Outro aspecto a ser considerado é que as concentrações séricas e/ou plasmáticas avaliam respostas sistêmicas enquanto a microdiálise e a reação em cadeia da polimerase referem-se a alterações musculares locais, o que pode explicar as variações dos resultados. As alterações locais nem sempre causam alterações sistêmicas, no entanto, se uma alteração local for mantida na presença de fatores de risco ocupacionais por um longo período poderá haver repercussão sistêmica.

Outra possível explicação para os resultados obtidos deve-se à variações em relação ao aspecto temporal das medidas, já que a concentração destes mediadores varia em função da fase inflamatória.

Os biomarcadores mais avaliados foram a IL-6, TNF α , IL-1 β , PCR, IL-8 e IL-10. Os estudos apresentaram valores discrepantes dos níveis de concentração de um mesmo biomarcador, impossibilitando a comparação destes valores e a definição de parâmetros de concentração que possam ser considerados clinicamente relevantes.

Dentre os estudos incluídos foram identificados estudos envolvendo os membros superiores^{19,34,36,49}, coluna cervical^{6,35,50,51} e lombar^{33,36}, o que reflete a heterogeneidade de casos clínicos que compõem estes distúrbios⁵⁴.

Desta forma, nota-se que as vias fisiopatológicas das LER/DORT ainda permanecem parcialmente elucidadas devido ao grande número de fatores envolvidos e à falta de padronização entre os estudos. Por outro lado, os estudos com modelos animais possuem limitações para explicar a causalidade⁵⁴, embora se reconheça que estes estudos têm como vantagens permitir a observação direta dos tecidos e do comportamento motor⁴³.

Os estudos realizados com animais indicam que a lesão tecidual resulta em liberação de citocinas, que são mediadores da inflamação, proliferação, migração celular e regeneração. Diversos tipos de células, tais como os fibroblastos, miócitos e células endoteliais, respondem à lesão liberando proteínas pró-inflamatórias, incluindo a IL-1, IL-6, TNF α e prostaglandinas E₂ (PGE₂). Estas citocinas de fase aguda (IL-1 α , IL-1 β e TNF α) mediam a proliferação e maturação de macrófagos e outras células mononucleares, assim como dos fibroblastos, que também sintetizam citocinas moduladoras do processo inflamatório (IL-1, IL-6 e IL-11). A IL-1 aumenta a síntese de enzimas pró-inflamatórias como COX-2, regulando a síntese de PGE₂ e estimulando a síntese de metaloproteinases, as quais degradam os componentes da matriz extracelular. Assim, a ação fagocitária das células inflamatórias ativadas, em conjunto com enzimas e células que degradam a matriz celular, resulta em lesão tecidual, a qual inicia um ciclo vicioso que pode levar à inflamação crônica. Citocinas anti-inflamatórias, como a IL-10, reduzem a produção de citocinas pró-inflamatórias. Entretanto em atividades repetitivas este ciclo de lesão é prolongado e amplificado pela

exposição ocupacional continuada, o que pode causar substituição por tecido fibrótico, o qual acarreta perdas funcionais ou compressão de estruturas adjacentes^{43,44}.

Diante deste raciocínio, esperava-se encontrar um aumento dos biomarcadores de forma consistente nos grupos caso. Entretanto, nota-se que o conhecimento relativo às vias inflamatórias a partir de estudos animais ainda requer investigações adicionais em humanos.

A avaliação da qualidade dos estudos indicou que apenas quatro estudos eram de alta qualidade, sendo que quatro itens não foram atendidos em nenhum dos estudos. Delineamentos futuros devem envolver taxa de participação de 80% da população de interesse, coleta e análise dos dados referentes à exposição biomecânica e psicossocial extra laborais, coleta e análise de dados relativos à exposição ocupacional prévia e análise multivariada com número de casos dez vezes maior que o número de variáveis dependentes. Cabe ressaltar que os aspectos que diferenciaram os estudos em relação à qualidade metodológica foram: coleta e análise dos dados referentes à exposição biomecânica e psicossocial por métodos de qualidade aceitável; coleta e análise dos dados referentes à história prévia de sintomas, idade e sexo e avaliação do desfecho de forma cega em relação ao grupo a que pertence o sujeito. Outro aspecto que merece atenção é que apenas quatro^{19,33,35,49} estudos realizaram medidas dos biomarcadores em duplicata.

Esta revisão contribui para o entendimento da relação entre as LER/DORT e os biomarcadores inflamatórios em humanos e aponta recomendações para pesquisas futuras nesta área. Além dos aspectos relativos à qualidade metodológica, destaca-se: alocação aleatória dos sujeitos nos grupos de comparação, inclusão de grupos controle não expostos, realização de medidas múltiplas ao longo do tempo, padronização dos métodos de quantificação dos biomarcadores, avaliação de aspectos clínicos relevantes

que possam ser correlacionados com os biomarcadores (por exemplo: ressonância magnética, biópsia muscular) e inclusão de indicadores inflamatórios locais e sistêmicos.

Conclusões

O nível de evidência atingido foi inconclusivo para todos os biomarcadores, uma vez que os resultados não foram consistentes entre os estudos. A heterogeneidade dos estudos explica o nível de evidência encontrado.

Referências

1. OSHA Ergonomics Program; Final Rule: 29 CFR Part 1910, Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. Inflammation. 2000;64:68262–870.
2. Bureau of Labor Statistics News, United States Department of Labor. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work for State government and local government workers. Disponível em: <http://www.bls.gov/iif/home.htm>. Acesso em 11 junho 2010.
3. Barbe MF, Barr AE, Gorzelanya I, Amina M, Gaughanc JP, Safadi FF. Chronic repetitive reaching and grasping results in decreased motor performance and widespread tissue responses in a rat model of MSD. *J Orthop Res*. 2003;21(1):167–176.
4. Punnett L, Wegeman D. Work related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14;13–23.
5. King K, Davidson B, He Zhou B, Lu Y, Solomonow M. High magnitude cyclic load triggers inflammatory response in lumbar ligaments. *Clin Biomech*. 2009;24:792–798.
6. Sjøgaard G, Zebis MK, Kiilerich K, Saltin B, Pilegaard H. Exercise training and work task induced metabolic and stress-related mRNA and protein responses in myalgic muscles. *BioMed Res Int*. 2013;2013:984523.
7. Driban JB, Barr AE, Amin M, Sitler MR, Barbe MF. Joint inflammation and early degeneration induced by high-force reaching are attenuated by ibuprofen in an animal model of work-related musculoskeletal disorder. *J Biomed Biotechnol*. 2011;2011:691412.
8. Brasil. Anuário Estatístico da Previdência Social/Ministério da Previdência Social, Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (1988/1992). Brasília:MPS/DATAPREV, 2010.
9. Strazdins L, Bammer G. Women, work and musculoskeletal health. *Soc Sci Med*. 2004;58(6):997–1005.
10. Sluiter JK, Rest KM, Frings-Dresen MH. Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. 2001;27(S1):1–102.
11. Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC, Douwes M, Koes BW, Miedema MC, Ariëns GA, Bouter LM. Flexion and rotation of the trunk and lifting at

- work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study. *Spine*. 2000;25:3087–3092.
12. Marras WS. Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*. 2000;43:880–902.
 13. Bernard BP. *Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiological evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back*. Cincinnati (OH): United States Department services; 1997.
 14. Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *Br J Ind Med*. 1986;43:779–784.
 15. Latko WA, Armstrong TJ, Franzblau A, Ulin SS, Werner RA, Albers JW. Cross-sectional study of the relationship between repetitive work and the prevalence of upper limb musculoskeletal disorders. *Am J Ind Med*. 1999;36:248–259.
 16. Byl NN, Melnick M. The neural consequences of repetition: clinical implications of a learning hypothesis. *Journal of Hand Therapy*. 1997;10(2):160–174.
 17. Hales TR, Bertsche PK. Management of upper extremity cumulative trauma disorders. *Am Assoc Occup Health Nurses J*. 1992;40(3):118–128.
 18. Rempel DM, Harrison RJ, Barnhart S. Work-related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *JAMA*. 1992; 267(6):838–842.
 19. Riondino S, La Farina F, Martini F, Guadagni F, Ferroni P. Functional impairment in video terminal operators is related to low-grade inflammation. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011;84:745–751.
 20. Elliott MB, Barr AE, Clark BD, Amin M, Amin S, Barbe MF. High force reaching task induces widespread inflammation, increased spinal cord neurochemicals and neuropathic pain. *Neuroscience*. 2009;158:922–931.
 21. Deyo RA, Weinstein JN. Low back pain. *N Engl J Med*. 2001;344(5):363-70.
 22. Hansson.G.A, Arvidsson. I, Ohlsson. K, Nordander.C, Mathiassen. S.E, Skerfving. S, Balogh. I. Precision of measurements of physical workload during standardised manual handling. Part II: inclinometry of head, upper back, neck and upper arms. *J Electromyogr Kinesiol*. 2006;16:125–136.
 23. Nordander C, Ohlsson K, Åkesson I, Arvidsson I, Balogh I, Hansson G-Å, Strömberg U, Rittner R, Skerfving S. Exposure – response relationships in work-related musculoskeletal disorders in elbows and hands – a synthesis of group-level data on exposure and response obtained using uniform methods of data collection. *Appl Ergon*. 2013;44:241-253.
 24. Silva LCCB, Oliveira AB, Silva DC, Paschoarelli LC, Coury HJCG. 30° inclination in handles of plastic boxes can reduce postural and muscular workload during handling. *Braz J Phys Ther*. 2013; 17(3):307-318.
 25. Oliveira AB, Silva LCCB, Coury HJCG. How do low/high height and weight variation affect upper limb movements during manual material handling of industrial boxes? *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(6):494-502.
 26. Padula RS, Souza VC, Gil Coury HJC. Tipos de preensão e movimentos do punho durante atividade de manuseio de carga. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(1): 29-34.
 27. Moriguchi CS, Alem MER, Coury HJC. Sobrecarga em trabalhadores da indústria avaliada por meio da escala de necessidade de descanso. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(2): 151-159.
 28. Alencar JF, Coury HJCG, Oishi J. Aspectos relevantes do diagnóstico de DORT e fibromialgia. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(1):52-58.

29. Moriguchi CS, Alencar JF, Miranda-Júnior LC, Coury HJCG. Sintomas musculoesqueléticos em eletricitistas de rede de distribuição de energia. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(2):123-129.
30. Carvalho AJFP, Alexandre NMC. Sintomas osteomusculares em professores do ensino fundamental. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):35-41.
31. Poletto PR, Gil Coury HJC, Walsh IAP, Mattiello-Rosa SM. Correlação entre métodos de auto-relato e testes provocativos de avaliação da dor em indivíduos portadores de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(3):223-229.
32. Venturini PJF, Oliveira LA, Mattiello-Rosa SMG. Avaliação isocinética dos parâmetros pico de torque e potência no movimento de flexão do ombro de indivíduos portadores de DORT grau I. *Rev Bras Fisioter.* 2002;6(2):55-62.
33. Yang G, Marras WS, Best TM. The biochemical response to biomechanical tissue loading on the low back during physical work exposure. *Clin Biomech.* 2011;26:431-437.
34. Rechart M, Shiri R, Matikainen S, Viikari-Juntura E, Karppinen J, Alenius H. Soluble IL-1RII and IL-18 are associated with incipient upper extremity soft tissue disorders. *Cytokine.* 2011;51:149-153.
35. Rosendal L, Kristiansen J, Gerdle B, Søgaard K, Peolsson M, Kjær M, Sorensen J, Larsson B. Increased levels of interstitial potassium but normal levels of muscle IL-6 and LDH in patients with trapezius myalgia. *Pain.* 2005;119:201-209.
36. Theorell T, Hasselhorn H-M, Vingård E, Andersson B. Interleukin 6 and cortisol in acute musculoskeletal disorders: results from a case-referent study in Sweden. *Stress Med.* 2000;16(1):27-35.
37. Solomonow M, Zhou BH, Lu Y, King KB. Acute repetitive lumbar syndrome: a multi-component insight into the disorder. *J Bodywork Mov Ther.* 2012;16:134-147.
38. Kietrys DM, Barr A, Barbe MF. Exposure to repetitive tasks induces motor changes related to skill acquisition and inflammation in rats. *J Mot Behav.* 2011;43(6):465-476.
39. Barbe MF, Elliott MB, Abdelmagid SM, Amin M, Popoff SN, Safadi FF, Barr AE. Serum and tissue cytokines and chemokines increase with repetitive upper extremity tasks. *J Orthop Res.* 2008;26:1320-1326.
40. Meltzer KR, Cao TV, Schad JF, King H, Stoll ST, Standley PR. In vitro modeling of repetitive motion injury and myofascial release. *J Bodywork Mov Ther.* 2010;14:162-171.
41. Standley PR, Meltzer K. In vitro modeling of repetitive motion strain and manual medicine treatments: potential roles for pro- and anti-inflammatory cytokines. *J Bodywork Mov Ther.* 2008; 12:201-3.
42. Barr AE, Barbe MF. Inflammation reduces physiological tissue tolerance in the development of work-related musculoskeletal disorders. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004; 14:77-85.
43. Barr AE, Barbe MF. Repetitive movement: a review of the evidence pathophysiological. *Phys Ther.* 2002; 82:173-187.
44. Barr AE, Barbe MF, Clarck BD. Systemic inflammatory mediators contribute to widespread effects in work related musculoskeletal disorders. *Exerc Sport Sci Rev.* 2004;32(4):135-142.

45. Barr AE, Barbe MF, Clark BD. Work-related musculoskeletal disorders of the hand and wrist: epidemiology, pathophysiology, and sensorimotor changes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:610-627.
46. Marchand F, Perreti M, McMahon SB. Role of the immune system in chronic pain. *Nat Rev Neurosci.* 2005;6:521-532.
47. Centre for Reviews and Dissemination. Systematic Reviews CRD's guidance for undertaking reviews in health care. University of York, 2008.
48. Ariëns GA, van Mechelen W, Bongers PM, Bouter LM, van der Wal G. Physical risk factors for neck pain. *Scand J Work Environ Health.* 2000;26(1):7-19.
49. Carp SJ, Barbe MF, Winters KA, Amin M, Barr AE. Inflammatory biomarkers increase with severity of upper-extremity overuse disorders. *Clin Sci.* 2007;112:305-314.
50. Gerdle B, Hilgenfeldt U, Larsson B, Kristiansen J, Sjøgaard K, Rosendal L. Bradykinin and kallidin levels in the trapezius muscle in patients with work-related trapezius myalgia, in patients with whiplash associated pain, and in healthy controls – a microdialysis study of women. *Pain.* 2008;139:548-587.
51. Larsson B, Rosendal L, Kristiansen J, Sjøgaard G, Sjøgaard K, Ghafouri B, Abdiu A, Kjaer M, Gerdle B. Responses of algescic and metabolic substances to 8 h of repetitive manual work in myalgic human trapezius muscle. *Pain.* 2008;140:479-490.
52. Henriksson J. Microdialysis of skeletal muscle at rest. *Proc Nutr Soc.* 1999;58:919-923.
53. Johnson A, Raff L, Walter R. *Biologia molecular da célula.* 4ªed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.
54. Aptel M, Aublet-Cuvelier A, Cnockaert JC. Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. *Joint Bone Spine.* 2002;69:516-555.

Considerações Finais

A inclinometria tem sido utilizada para avaliar a exposição física no trabalho¹⁻³. Esta medida ajuda a entender como os fatores de risco se associam ao aparecimento das LER/DORT. No entanto poucos são os estudos que avaliam os movimentos da coluna lombar por meio de inclinometria, apenas um estudo foi encontrado⁴ e não há estudos avaliando os trabalhadores em ambiente real de trabalho com este equipamento.

Uma outra abordagem que vem sendo utilizada para entender os mecanismos fisiopatológicos responsáveis pelo aparecimentos de LER/DORT é a avaliação de biomarcadores inflamatórios⁵⁻⁷. Este tipo de análise tem como objetivo o entendimento das vias responsáveis pela inflamação tanto aguda como crônica.

Os estudos realizados tiveram como objetivo: 1. descrever a exposição postural da coluna lombar e ombros em trabalhadores de uma indústria de alumínio e correlacionar esta exposição física com indicadores clínicos e psicossociais e 2. verificar se os biomarcadores inflamatórios estão alterados em indivíduos com LER/DORT que realizam atividades ocupacionais ou tarefas simuladas em laboratório, através de uma revisão sistemática da literatura.

Os trabalhadores apresentaram pequena flexão da coluna lombar. A elevação dos ombros atingiu valores superiores a 90° em menos que 4% do tempo. O intervalo de almoço apresentou menor velocidade angular para coluna lombar e ombros. Correlações significantes foram encontradas entre tempo em flexão maior que 15° e sintomas na coluna lombar nos últimos 12 meses ($r=-0,53$), inclinação do tronco e apoio social ($r=-0,60$), velocidade do ombro e sintomas nos últimos 12 meses ($r=0,56$ direito; $r=0,66$ esquerdo) e controle e sintomas do ombro ($r=0,50$). Trabalhadores ativos apresentaram maior proporção de sintomas no ombro nos últimos 12 meses ($r=0,58$) e trabalhadores com baixo desgaste procuraram assistência à saúde por sintomas nos ombros com maior

frequência ($r=0,64$). Assim, a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco posturais foi descrita. A velocidade angular permitiu diferenciar a exposição do trabalho e descanso. Houve correlação entre fatores biomecânicos, psicossociais e clínicos. Fatores psicossociais podem interferir na exposição biomecânica.

O segundo estudo encontrou poucos estudos em humanos que correlacionam as LER/DORT com os biomarcadores inflamatórios. Foram identificados dezenove tipos de biomarcadores inflamatórios, sendo os mais encontrados: IL-6, TNF α , IL-1 β , PCR, IL-8, IL-10. Os resultados indicaram haver evidências inconclusivas sobre o papel da IL-6, TNF α , IL-1 β , PCR, IL-8 e IL-10, tanto para comparação entre grupos caso e controle como para comparação entre as medidas realizadas antes e depois do trabalho simulado. Os estudos apresentaram valores discrepantes dos níveis de concentração de um mesmo biomarcador, impossibilitando a comparação destes valores e a definição de parâmetros de concentração que possam ser considerados clinicamente relevantes. O nível de evidência atingido foi inconclusivo para relação entre LER/DORT e os biomarcadores, uma vez que os resultados não foram consistentes entre os estudos. A heterogeneidade dos estudos explica o nível de evidência encontrado.

Os resultados de ambos os estudos contribuem para o entendimento dos mecanismos fisiopatológicos responsáveis pelo aparecimento de LER/DORT, tanto através da avaliação da exposição aos fatores de risco (posturais e psicossociais) a que trabalhadores estão expostos no ambiente real, quanto através da revisão do estado da arte sobre o papel dos biomarcadores no processo de estabelecimento da LER/DORT.

Referências

1. Veiersted KB, Gould KS, Østeras N, Hansson GA. Effect of an intervention addressing working technique on the biomechanical load of the neck and shoulders among hairdressers. *Applied Ergonomics*. 2008; 39:183–190.
2. Arvidsson I, Balogh I, Hansson GA, Ohlsson K, Åkesson I, Nordander C. Rationalization in meat cutting - Consequences on physical workload. *Applied Ergonomics*. 2012; 43: 1026-1032.

3. Moriguchi CS, Carnaz L, Alencar JF, Miranda Junior LC, Granqvist L, Hanson GA, Gil Coury HJ. Postures and Movements in the Most Common Tasks of Power Line Workers. *Industrial Health* 2011; **49**: 482–491.
4. Afshari D, Motamedzade M, Salehi R, Soltanian AR. Continuous assessment of back and upper arm postures by long-term inclinometry in carpet weavers. *Appl Ergon* 45:278-84, 2014.
5. Yang G, Marras WS, Best TM. The biochemical response to biomechanical tissue loading on the low back during physical work exposure. *Clin Biomech.* 2011;26:431-437.
6. Theorell T, Hasselhorn H-M, Vingård E, Andersson B. Interleukin 6 and cortisol in acute musculoskeletal disorders: results from a case-referent study in Sweden. *Stress Med.* 2000;16(1):27-35.
7. Sjøgaard G, Zebis MK, Kiilerich K, Saltin B, Pilegaard H. Exercise training and work task induced metabolic and stress-related mRNA and protein responses in myalgic muscles. *BioMed Res Int.* 2013;2013:984523

Anexo 1

Brazilian Journal of Physical Therapy



**INFLAMMATORY BIOMARKERS INVOLVED IN WORK
RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS - A SYSTEMATIC
REVIEW OF EXPERIMENTAL, QUASI EXPERIMENTAL AND
OBSERVATIONAL STUDIES**

Journal:	<i>Brazilian Journal of Physical Therapy</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Review Article
Keyword:	Physical Therapy in Occupational Health, chronic pain, cytokines, inflammation, inflammatory biomarkers, work exposure

The logo for SCHOLARONE Manuscripts features the word 'SCHOLARONE' in a bold, orange, sans-serif font, with 'Manuscripts' in a smaller, orange, sans-serif font below it. The logo is partially obscured by a large, light blue watermark that reads 'F'.