ISBN 978-989-98203-0-2

Occupational Safety and Hygiene

SHO2013

February 2013
Guimarães - Portugal

organisation

co-organisers

TECHNICAL RECORD
Title
Occupational Safety and Hygiene - SHO2013
Authors/Editors
Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.
Publisher
Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene (SPOSHO)
Press Company
Linkprint Gráfica, Lda. - Vila Nova de Gaia
Date
February 2013
Cover Design and Pagination
Manuela Fernandes
ISBN
978-989-98203-0-2
Legal Deposit
304920/10
Edition
400 copies

FICHA TÉCNICA
Título
Occupational Safety and Hygiene - SHO2013
Autores/Editores
Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.
Editora
Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO)
Impressão e Acabamentos
Linkprint Gráfica, Lda. - Vila Nova de Gaia
Data
Fevereiro de 2013
Design da capa e edição
Manuela Fernandes
ISBN
978-989-98203-0-2
Depósito Legal
304920/10
Tiragem
400 exemplares

This edition is published by the Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene - SPOSHO, 2013.

Portuguese National Library Cataloguing in Publication Data

Proceedings book of the International Symposium on Occupational Safety and Hygiene - SHO2013
edited by Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo, G.
Includes biographical references and index.
ISBN 978-989-98203-0-2
1. Safety. 2. Hygiene. 3. Industrial. 4. Ergonomics. 5. Occupational.
Publisher: Sociedade Portuguesa de Segurança e HigieneOcupacionais (SPOSHO)
Occupational Safety Hygiene SHO Series
Book in 1 volume, 468 pages

This book contains information obtained from authentic sources.
Reasonable efforts have been made to publish reliable data information, but the authors, as well as the publisher, cannot assume responsibility for the validity of all materials or for the consequences of their use.
Neither this book nor any part may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or physical, including photocopying, microfilming, and recording, or by any information storage or retrieval system, without prior permission in writing from the SPOSHO Direction Board.

All rights reserved. Authorization to photocopy items for internal or personal use may be granted by SPOSHO.

Trademark Notice: Product or corporate names may be trademarks or registered trademarks, and are used only for identification and explanation, without intent to infringe.

SPOSHO
DPS, Campus de Azurém
4800 – 058 Guimarães, Portugal
Visit SPOSHO website at: http://www.sposho.pt

© 2013 by SPOSHO
ISBN 978-989-98203-0-2

Respostas fisiológicas em diferentes condições de trabalho: um estudo preliminar na Indústria Automóvel

Physiological responses in different work conditions: a preliminary study in the Automotive Industry

Rosa Vieira[1]; Camilo Moreira[2]; Joana Santos[1]; Manuela Vieira Da Silva[1]
[1] CISA/ESTSP-IPP, Portugal
[2] CEMAH/ESTP-IPP, Portugal

ABSTRACT
Muscle fatigue is a common phenomenon in workplaces with tasks involving energetic effort, repetitive motion, awkward postures and extreme temperatures. This study aims to verify if the task and the existing thermal conditions may influence the physiological responses of workers in a Portuguese automotive industry. The application of the Occupational Repetitive Actions method (OCRA), allowed choosing the tasks with high risk of development of MSDs (assembly lines and plastic injection). Were selected four female workers of each sector (n=8). In the laboratory the estimation of maximum oxygen consumption (VO2max) followed the Åstrand Cycle Test with cycloergometer Monark928E. The measurement of VO2 and heart rate (HR) was performed with CosmedK4b2 during the execution of tasks in the workplace. The thermal stress was measured with HS-32 – Heat Stress Monitor, according to the ISO 7243:1989. The results showed that the workers of the assembly line had higher energy expenditure during the execution of their tasks (VO2(mL/min/Kg)=11,79±3,93 and HR(bpm)=111,41±13,36). Concerning to thermal conditions, the plastic injection, had the higher average of air temperature and WBGT (24,96±0,87ºC and 21,43±0,23ºC, respectively). The thermal conditions have no influence in the physiological responses. The physical burden was identified as a determinant of energy expenditure, and consequently muscle fatigue.

KEYWORDS: Muscle fatigue, VO2, MSDs, Hot thermal environments

1. INTRODUÇÃO

A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade do músculo-esquelético gerar elevados níveis de força muscular ou manter esses níveis no tempo. O consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx.) é considerado um parâmetro válido para classificar a capacidade aeróbia do individuo (Astrand et al., 2003), podendo dar indicação sobre a manifestação de fadiga muscular fisiológica. A nível ocupacional, trabalhos musculares dinâmicos e isométricos em conjunto com duras exigências de produtividade e longas horas de trabalho necessitam de um valor de VO_2 máx. elevado, para evitar a ocorrência de patologias e lesões (Yoopat et al., 1998). Alguns estudos referem que a fadiga muscular se encontra na génese das Lesões Músculo-esqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) (Ma et al., 2009; Soo et al., 2009). A repetitividade é um dos fatores de risco determinante e mais aceite para o aparecimento de LMERT (Occhipinti, 1998). Além disso, segundo Chad & Brown (1995), ambientes térmicos quentes têm um impacto significativo na termorregulação e na fadiga muscular em trabalhadores. A indústria automóvel caracteriza-se por uma elevada exposição a fatores de risco que favorecem o desenvolvimento de LMERT, nomeadamente, durante a execução de trabalhos de montagem, habitualmente, repetitivos (Landau et al., 2008) e também a exposição ao calor. O presente estudo tem como principal objetivo verificar se o tipo de tarefa e as condições térmicas existentes nos postos de trabalho influenciam as respostas fisiológicas de trabalhadores na Indústria Automóvel.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo realizou-se numa empresa cuja atividade é a fabricação de outros componentes e acessórios para veículos automóveis, localizada no Grande Porto.

2.1. Seleção e caracterização da amostra

Numa primeira fase procedeu-se à seleção da amostra baseada nos resultados da aplicação do método OCRA disponibilizados pela empresa. Selecionaram-se os postos de trabalho com risco de LME médio e elevado, que correspondem ao setor das linhas de montagem e à injeção de plástico. Nas linhas de montagem os trabalhadores realizam trabalho dinâmico na posição de pé, com movimentos repetitivos. O mesmo se verifica na injeção de plástico que, além destas características, apresenta exposição direta a fontes de calor.

2.2. Avaliação do consumo de oxigénio e frequência cardíaca

Com o intuito de estimar o consumo de oxigénio (VO_2) avaliaram-se quatro trabalhadores do sexo feminino de cada sector. Em contexto laboratorial, estimou-se o consumo de oxigénio máximo (VO_2 máx.) através do teste submáximo designado *Åstrand Cycle Test* com recurso ao cicloergómetro *Monark 928E*. Em contexto real de trabalho, efetuou-se a medição de VO_2 e da frequência cardíaca (FC) durante a execução das tarefas, recorrendo a um dispositivo leve e portátil, o *Cosmed K4b2*. Para a análise dos dados, os valores da FC (% FC máx.) e VO_2 (%VO_2 máx.) foram normalizados de acordo com os valores máximos para cada individuo.

2.3. Avaliação da exposição ocupacional ao *stress* térmico

Para a apreciação da exposição ocupacional ao *stress* térmico, em ambientes quentes, sem exposição direta à radiação solar, selecionou-se o índice *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT), definido pela Norma ISO 7243:1989 – *Hot environments – Estimation of the heat stress on working man. based on the WBGT index*. Na avaliação do *stress* térmico nos postos de trabalho foi utilizado o equipamento Hs-32 – *Área Heat Stress Monitor.*

2.4. Análise estatística

O tratamento e análise dos dados envolveu estatística descritiva, com análise de médias aritméticas e desvios padrões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados relativos à caracterização da amostra estudada, de acordo com o sector. Através da análise da Tabela 1 verifica-se que o grupo de trabalhadores da linha de montagem apresentou um Índice de Massa Corporal (IMC) superior ao grupo de trabalhadores da injeção de plástico. Tendo em consideração, os valores de referência da Organização Mundial de Saúde (OMS) (1995), este grupo encontra-se com excesso de peso.

Tabela 1: Caracterização da amostra

Sector	Idade (Anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m^2)
Injeção de plástico	31,60 ± 20,16	53,74 ± 30,16	1,68 ± 0,06	23,54 ± 3,80
Linha de Montagem	32,75 ± 8,77	68,00 ± 13,83	1,59 ± 0,01	26,78 ± 5,28

Como pode ser observado na Tabela 2, os valores de VO_2 máx. foram semelhantes nos dois grupos estudados (trabalhadores de injeção de plástico - 32,24 ± 6,77 mL/min/Kg; trabalhadores das linhas de montagem - 31,13 ± 13,36 mL/min/Kg). Outros investigadores (Bugajska et al., 2005; Hirai et al., 2006), encontraram valores VO_2 máx. semelhantes aos obtidos neste estudo em trabalhadores de indústria. Os trabalhadores da linha de montagem apresentaram um maior gasto energético, tal como se pode confirmar através dos valores médios da FC e do VO_2. Estes resultados podem ser explicados pelo facto das tarefas nas linhas de montagem apresentaram uma maior carga física do que as executadas no sector da injeção de plástico. Relativamente aos valores da % FC máx. e %VO_2 máx., constatou-se que a FC apresenta valores superiores nos dois sectores. Um estudo desenvolvido por Rotstein & Meckel (2000) revelou que existe uma melhor correlação entre a % FC máx e %VO_2 máx. em exercícios envolvendo, predominantemente, os membros inferiores do que envolvendo os membros superiores. Quanto às condições térmicas nos dois sectores, verificou-se que, de acordo com a Norma ISO 7243:1989, os grupos analisados não se encontravam sob stress térmico. Além disso, o índice WBGT não apresentou uma variação considerável nos dois sectores, variando, aproximadamente, 1ºC. Deste modo, pode constatar-se que o tipo de tarefa desenvolvida pelos trabalhadores foi o principal fator com influência nos resultados obtidos. No entanto, é importante referir que tarefas com exigências motoras mais complexas parecem ser mais afetadas pela exposição ao calor do que tarefas mais simples nas mesmas condições ambientais (Pilher, Nadler & Busch, 2002).

Tabela 2: Valores Médios (X) e Desvios Padrão (Dp) das variáveis avaliadas

Posto de Trabalho	VO_2 máx. (mL/min/Kg)	FC (BPM)	FC / FC máx. (%)	VO_2 (mL/min/Kg)	VO_2/ VO_2 máx. (%)	WBGT (ºC)	Temperatura do ar (ºC)	Humidade relativa do ar (%)
Injeção de plástico	32,24 ± 6,77	93,49 ± 6,77	52,51 ± 6,32	9,82 ± 3,16	31,16 ± 0,80	21,43 ± 0,23	24,96 ± 0,87	53,58 ± 0,38
Linha de Montagem	31,13 ± 13,36	111,41 ± 13,36	59,51 ± 8,46	11,79 ± 3,93	42,18 ± 1,81	20,32 ± 0,52	23,79 ± 0,89	55,96 ± 0,72

4. CONCLUSÕES

A fadiga muscular é um fenómeno comum em ambientes de trabalho com tarefas que envolvam esforço energético, movimentos repetitivos, posturas inadequadas e temperaturas extremas. No presente estudo concluiu-se que o grupo de trabalhadores pertencentes à linha de montagem apresentou maior gasto energético durante a execução das suas tarefas, tendo, portanto, uma maior possibilidade de desenvolver fadiga muscular. Não se verificou uma grande variação entre as condições térmicas nos sectores estudados, logo, a carga física associada a cada tarefa foi identificada como o fator determinante do gasto energético e, consequentemente, do desenvolvimento de fadiga muscular.

5. REFERÊNCIAS

Astrand, P. O. (2003). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. (4th ed.). Champaign: Human Kinetics Books.

Bugajska J, Makowiec-Dąbrowska T, Jegier A, Marszałek A. Physical work capacity (VO_2max) and work ability (WAI) of active employees (men and women) in Poland. *International Congress Series 1280* (pp. 156–60).Amsterdam, The Netherlands: Elsevier

Chad, K. E., Brown, J. M. M. (1995). Climatic stress in the workplace: Its effect on thermoregulatory responses and muscle fatigue in female workers. *Applied Ergonomics*. 26, 29-34.

Hirai, T., Kusaka Y., 1, Suganuma, N., Seo, A., Tobita, Y. (2006). Work Form Affects Maximum Oxygen Uptake for One Year in Workers. *Industrial Health*. 49, 321–327

Landau, K., Rademacher, H., Meschke, H., Winter, G., Schaub, K., Grasmueck, M., Moelbert, I., Sommer,M., Schulze, J. (2008). Musculoskeletal disorders in assembly jobs in the automotive industry with special reference to age management aspects. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 38, 561–576.

Ma, L., Chablat, D., Bennis, F., Zhang, W.. (2009). A new simple dynamic muscle fatigue model and its validation. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 39, 211-220.

Occhipinti, E. (1998). OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*. 41, 1290-1311.

Pilcher, J. J., Nadler, E., Busch, C. (2002). Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. *Ergonomics*. 45,682-698.

Rotstein, Meckel (2000). Estimation of % VO_2 reserve from heart rate during arm exercise and running. Eur J Appl Physiol. 83, 545-550.

Soo, Y., Sugi, M., Nishino, M., Yokoi, H., Arai, T., Kato, R., Ota, J. (2009). Quantitative estimation of muscle fatigue using surface electromyography during static muscle contraction. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.(pp. 2975-2978). Minneapolis, Minnesota, USA: 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS

Yoopat, P., Glinsukon, T., Toicharoen, P., Boontong, S. & Vanwonterghem, K. (1998). Ergonomic study of strenuous tasks under tropical working conditions. Final report, research project, Social security office (pp.37-39, Ministry of Labor and Welfare: (Nontaburi- Thailand):.