

Ergonomic Research Trends in the Shipbuilding Industry: Present and the Future

Yu-Chang Kim

Department of Industrial Management Engineering, Dong-eui University, Busan, 614-714

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to gain an overview of the ergonomic research trends in the shipbuilding industry. **Background:** The number of ergonomic studies on the shipbuilding industry has increased significantly in recent years. **Method:** Various ergonomic papers on the shipbuilding industry have been reviewed to find ergonomic research trends. **Results:** The tendency observed in these studies shows that the work-related musculoskeletal disorders(WMSDs) is the most important research subject in the shipbuilding industry. **Conclusion:** The previous studies, focused on the physical aspects of the work, are now replaced by studies such as organizational and psychophysical studies. **Application:** These results can be used to provide baseline information for ergonomic research in the shipbuilding industry.

Keywords: Ergonomic research trends, Shipbuilding industry, WMSDs

1. Introduction

작업관련 근골격계질환은 최근 몇 년간 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증 등으로 인하여 산업안전보건 분야의 주된 문제가 되고 있다. 특히, 이러한 문제는 노사간의 갈등을 야기하는 주 요인으로 작용하여 사회적 이슈로 대두되었다. 사업장에서 근골격계질환이 큰 문제점으로 대두되었기 때문에 정부에서는 이러한 근골격계질환 예방이 권고만으로는 한계가 있다고 판단하여 근골격계질환 예방에 관한 법을 제정하였다.

본 연구의 대상인 조선업은 규모가 방대하고 주문생산에 따른 생산구조가 복잡하여 표준화가 어렵기 때문에 근골격계질환 예방 등 안전보건관리에 많은 한계성이 존재하고, 매우 다양한 공정과 작업요소로 구성되어 있으며, 대부분의 작업이 밀폐된 혹은 한정된 작업공간에서 이루어지기 때문에 다른 업종에 비해 부적절한 작업자세 및 무리한 작업, 반복 작업 등으로 인한 근골격계질환 발생 위험성이 매우 높다 (Kim, Y. C. and Chang, S. R., 2010).

정부의 입법화와 노조를 중심으로 한 근골격계질환 예방에 대한 작업자의 요구가 증가함에 따라 최근 조선업종에서는 대기업을 중심으로 인간공학자를 채용하고 인간공학적 작업환경 개선과 인간공학 프로그램 도입으로 근골격계질환 예방활동을 활발히 하고 있다.

조선업에서는 인간공학의 도입으로 근골격계질환 예방에 효과를 보이자 산업재해 특성 분석, 위험성평가, 휴먼에라 방지, 직무스트레스 예방, 소음과 유해물질 취급에 의한 건강장해를 다루는 산업보건분야로 인간공학을 활발히 도입하고 적용하고 있다.

본 연구에서는 2000년 이후 최근 10년간 조선업에서 인간공학과 관련되어 발표된 국내 학회지의 논문을 산업안전보건, 근골격계질환, 직무스트레스 분야의 논문들로 분류하여 연구동향을 파악하고자 한다. 논문의 질을 고려하여 학술대회 논문과 보고서는 제외하였다. 또한 앞으로 조선업에서 나아가야 할 연구방향을 제시하고자 한다.

2. Ergonomic Research Trends

2.1 Industrial safety and health

2000년 이전에는 사고에 의한 산업재해 예방이 중요하였다. 따라서 사고에 의한 산업재해를 예방하는 산업안전 부문에서 인간공학 및 산업심리 등을 사업장에 적용하려는 연구가 일부 진행되었다. 그러나 2000년 이후 조선업체에서 인간공학자들을 채용하면서부터 휴먼에라, 위험성평가, 인간공학작업설계 및 개선 등에서 활발히 연구가 진행되었다.

조선업종의 산업안전관리에 대한 연구로 Jeong, B. Y. and Oh, S. Y.(2003)은 근골격계질환 예방을 위한 산업안전보건 경영 정책을 연구하였고, Kim, C. Y. et al.(2003)은 조선업 사업장에서 5년간 발생한 산업재해를 분석하여 재해가 빈발하는 조건 및 경향을 파악하고 예방대책을 제시하였다. Choi, H. W. et al.(2008)은 기업이 안전보건에 관한 자발적이며, 적극적인 수행을 유도할 수 있도록 안전보건 관리업무를 지원할 수 있는 전산프로그램을 개발하였고, Shin, S. H. et al.(2008) 조선업 작업자의 개인적 특성과 작업과 관련된 직업적 특성을 조사하여 산업재해 관련요인을 파악하였다. Pyo, Y. and Jeong, B. Y.(2010)은 조선업에서 안전과 보건 지수의 관련성을 조사하였고, Jeong, J. H. and Jeong, B. Y.(2011)은 조선업체에서 여성 작업자의 안전보건지수와 MMPI 지수와의 관련성을 조사하였다.

조선업종의 위험성평가에 관한 연구로 Lim, H. K. et al.(2011)는 중소기업 조선업 사업장을 위한 자율 위험성평가 모델을 연구하였다.

휴먼에라에 대한 연구로는 Lee, K. S. et al.(2008)는 조선업과 같은 제조업에서 사용할 수 있는 휴먼에라 분석모델을 개발하였으며, Kim, Y. C. et al.(2011)은 조선업종에서 사용하는 휴먼에라의 정의와 분류방안, 그리고 휴먼에라를 예방하기 위한 사업장에서 여러 활동을 조사하였다.

조선업에서 근골격계질환과 직무스트레스 외의 중요한 건강장해 요인으로는 소음, 용접 및 절단 공정에서 발생하는 용접흄, 유해광선 및 유해가스, 표면처리 발생하는 분진 그리고 도장과정에서 발생하는 유기용제가 대표적인 유해인자이다. 산업보건에 관한 연구로 Min, K. B. et al.(2009)은 톨루엔과 크실렌이 포함되어 있는 복합유기용제에 노출된 도장작업의 작업자들이 후각관련 자각증상 호소율과 관련요인을 파악하였다. 산업보건과 관련된 인간공학 연구는 전체적으로 미약하였다.

2.2 Work-related Musculoskeletal Disorders(WMSDs)

근골격계질환 연구는 크게 근골격계질환 발생 현황 및 원

인 분석, 인간공학작업평가와 작업개선, 의학적 관리, 인간공학 프로그램 운영과 효과 분석으로 나눌 수 있다(Jeong, B. Y., 2010).

근골격계질환 발생 현황 및 원인 분석에 대한 연구로 Park, B. C. et al.(2003)은 근골격계질환의 자각증상 발현에 관련된 위험요인을 평가하고, 작업자세가 근골격계에 미치는 영향에 대해 조사하였고, Kim, J. E. et al.(2003)은 조선소에서 작업관련 근골격계 증상의 위험인자를 파악하여 인간공학작업 개선 우선순위를 설정하였고 Kim, I. A. et al.(2004)은 조선업 작업자들을 대상으로 작업관련성 근골격계질환의 실태를 확인하고, 노동조직의 변화로 인한 스트레스 및 주관적 노동강도의 변화와 근골격계 증상과의 관련성을 조사하였다. Kim, S. W. et al.(2005)은 조선업에서 발생한 근골격계질환자 요양 사례의 특성을 분석하여 직업적 특성, 신체부위별 판정질환의 특징, 작업 직종별 및 유발 행위별 특성 등을 파악하였고, Koo, B. E. et al.(2007)은 조선업의 심층작업에 대하여 근골격계질환 현황을 살펴보고, 인간공학적 측면에서 근골격계질환 발생 원인을 파악하였고, Lee, Y. J. and Chang, S. R.(2011)은 조선업 작업자의 근골격계질환과 직무스트레스의 자각증상에 대해 조사하였다.

인간공학작업평가와 작업개선 연구로는 Yin, S. H. et al.(2002)는 선박 건조 작업에서 주로 사용되고 있는 공기압력식 진동공구에 대해 공구별, 작업상황별 진동수준, 주파수 특성, 총 작업시간 중 노출시간 등을 분석하였으며, Kim, H. T.(2003)는 조선업에서 근골격계질환 예방에 공학적 접근 방법에 대해 연구하였고, Lee, Y. K.(2005)는 조선업에서 인간공학적 위험요인에 대해 작업자의 자가평가와 전문가의 평가를 비교하였다. Oh, S. Y. and Jeong, B. Y.(2005)는 조선회사의 작업장에서 존재하는 작업 및 공정의 근골격계질환 관련 위험성을 분석하고, 작업환경 개선안을 도출하였고, Chang, S. R.(2007)은 조선업의 작업을 디지털 휴먼 모델링으로 구축하고 이 방법이 조선업종에 적용할 수 있는지를 파악하였다.

근골격계질환 의학적 관리로는 Koh, S. B. et al.(2000)는 직업성 요통의 주요 진단명 및 원인을 조사하고 요통에 영향을 주는 요인과 그 위험도를 파악하였고, Chae, H. J. et al.(2002)는 조선소에서 작업관련성 근골격계질환의 이환양상을 파악하고, 유소견자를 중심으로 한 근골격계질환의 관리체계 운영이 효율적인지 여부를 평가하기 위하여 6개월 동안의 근골격계질환 관리 프로그램 운영 전과 후의 근골격계질환의 이환 양상을 차이를 비교하였다.

인간공학 프로그램 운영과 효과 분석 연구로는 Kim, Y. C. and Chang, S. R.(2006)은 국내에서 최초로 인간공학 프로그램을 도입하여 3년간 시행해 온 모 조선업체를 대상으로 인간공학 프로그램 운영의 효과를 분석하였고, Kim, Y. C.

and Chang, S. R.(2010)은 인간공학 담당자와의 면담 및 설문 조사를 통하여 인간공학 프로그램의 운영 중에 발생하는 문제점을 파악하고 개선방향을 제시하였다. Pyo, Y. and Jeong, B. Y.(2007)은 조선업체의 인간공학 프로그램 시행 전후 2년간의 비교를 통하여 생산성 지수, 안전지수, 근로자 만족도 등의 측면에서 인간공학 프로그램의 운영효과를 분석하였다.

2.3 Job stress

직무스트레스는 주변환경의 요구와 개인의 능력이 맞지 않거나, 개인적 요구와 기대를 환경이 맞추지 못하였을 때 발생하며, 그 원인으로는 높은 작업부하, 긴 작업시간, 의사결정의 부족뿐 아니라 작업공간의 부족, 소음, 조명과 같은 위험한 환경조건, 기타 인간공학적인 문제 등이 있다(Kim, Y. C. and Bae, C. H., 2006). 조선업과 같은 열악한 작업환경은 작업자의 스트레스를 유발하거나 가중시킬 수 있으며, 작업자 개인 삶의 질에 커다란 영향을 미치고, 결국 이는 다양한 질병의 원인으로 작용한다.

조선업종의 직무스트레스에 관한 연구로는, Kim, Y. C. and Bae, C. H.(2006)와 Kim, S.W. et al.(2005)은 중공업과 조선업에서 직무스트레스 요인과 근골격계질환과의 관련성을 파악하였고, Lee, Y. J. and Chang, S. R.(2010)와 Kim, K. J. and Chang, S. R.(2011)은 개인적 특성이 작업능력 및 직무스트레스에 미치는 영향과 직무스트레스와 작업능력과의 상관관계를 통계적으로 분석하고, 직무스트레스 관리를 통한 작업능력을 향상시키는 방안에 대하여 연구하였다.

Table 1과 같이 조선업에서 인간공학과 관련하여 발표된 연구 논문 수를 살펴보면, 근골격계질환에 관한 연구가 가장 많았으며, 산업안전보건, 직무스트레스 순으로 연구가 진행되었다. 전체적인 연구 추세는 물리적 작업환경에 대한 연구에서 심리학적인 연구 분야로 확대되고 있다.

Table 1. Number of paper in the shipbuilding industry

Classification Period	Industrial safety and health	Work-related Musculoskeletal Disorders(WMSDs)	Job stress
2000~2005	2	10	1
2006~2011	8	6	3

3. Conclusion

본 연구에서는 2000년 이후 최근 10년간 조선업에서 인

간공학과 관련되어 발표된 국내 학회지의 논문을 산업안전보건, 근골격계질환, 그리고 직무스트레스 분야의 논문들로 분류하여 연구동향을 파악하였다.

산업안전분야에는 산업재해의 현황과 특성, 위험성평가 등에 대한 연구가 일부 진행되고 있다. 앞으로 휴먼에라를 예방하기 위한 인간행동을 기반으로 하는 위험성평가와 안전관리에 대한 연구가 증대될 것으로 예상된다. 근골격계질환과 직무스트레스를 제외한 산업보건분야는 작업환경분야에 일부 연구가 있으나 전체적으로 연구가 미약하였다.

근골격계질환 분야의 연구는 근골격계질환 현황과악 및 원인 분석에 대한 연구가 주로 수행되었다. 인간공학작업평가 부문에서는 주로 외국의 작업자세 평가기법을 사용한 연구가 많았으나 최근에는 한국실정에 알맞은 평가기법 개발에 대한 연구가 증가하고 있다. 설계단계에서부터 작업자를 고려한 작업장, 작업설비 및 도구, 작업방법 등의 인간공학설계를 위한 인체모델링과 시뮬레이션 기법에 대한 연구가 앞으로 수행될 것으로 판단된다.

최근에 직무스트레스에 대한 연구가 증가되고 있으나 아직까지는 주로 설문지에 의한 직무스트레스 측정과 평가가 주를 이루고 있다. 앞으로는 직무스트레스의 정확한 측정을 위한 생리학적 연구도 증대될 것으로 예상되며, 직무스트레스 예방을 위해 사업장의 체계적인 대책을 제시하는 연구가 증가할 것으로 예상된다. 조선업에서 이슈가 되고 있는 고령 작업자 능력평가 등에 연구가 일부 진행되고 있으나 앞으로 고령자에 알맞은 작업설계 등 인간공학적 대책마련에 대한 연구도 활발히 진행될 것으로 예상된다.

조선업에서 인간공학 연구결과를 사업장에 적용하기 위해서는 인간공학 교육을 조선업체의 작업자, 관리감독자, 설계자, 경영자들에게 체계적으로 실시를 하여야 한다.

지금까지 조선업에서 인간공학 연구가 대부분 선박을 만드는 작업자를 위한 산업안전보건분야에서 수행되었다. 앞으로 자동차 업종과 같이 선박 안에서 선박을 운영·관리하는 작업자를 위한 사용성평가(사용성 평가)에 대한 연구도 활발히 진행될 것으로 판단된다.

References

Industrial Safety and Health

Choi, H. W., Yoo, J. H., Kim, H. J., Seo, J. M., Kim, S. B. and Yoon, K. B., A study on safety Management System for Shipbuilding Industry, *Journal of The Korea Society of Safety*, 23(6), 14-20, 2008.

Jeong, B. Y. and Oh, S. Y., A Study on the Safety and Health Management Policy for the Prevention of MSDS, *Journal of Korea Safety Management & Science*, 5(4), 63-73, 2003.

- Jeong, B. Y., Ergonomics' Role for Preventing Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 393-404, 2010.
- Jeong, J. H. and Jeong, B. Y., Relationships between MMPI Scales and Safety & Health Indices in the Shipbuilding Workmen, *Journal of Korea Safety Management & Science*, 13(1), 23-30, 2011.
- Kim, C. Y., Jeon, M. J. and Byun, D. H., Five-year Industrial Accidents of Shipbuilding Workers at a Ship-Yard, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 15(4), 436-445, 2003.
- Kim, Y. C., Jung, H. W. and Bae, C. H., Prevention of Human Error in Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(1), 127-135, 2011.
- Lee, K. S., Lim, H. K., Chang, S. R., Lee, K. W. and Kim, Y. C., Development of a Comprehensive Model for Human Error Prevention in Industrial Fields, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(1), 37-43, 2008.
- Lim, H. K., Lee, K. T., Bae, D. C. and Chang, S. R., Development of a Voluntary Hazard Assessment Model for Small- and Medium-Sized Shipbuilding Plants, *Journal of the Korea Society of Safety*, 26(2), 70-76, 2011.
- Min, K. B., Son, J. S., Chae, C. H., Kim, Y. W., Yi, C. H., Kim, C. W. and Shin, Y. W., A study on Olfactory Function in Painters Exposed to Organic Solvent in a Shipyard, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 21(3), 246-258, 2009.
- Pyo, Y. and Jeong, B. Y., Correlation Analysis between Safety and Health Indices in a Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(6), 897-905, 2010.
- Shin, S. H., Kim, D. H., Ahn, J. H., Kim, H. D., Kim, J. D., Kang, H. M. and Lee, J. T., Factors Associated with Occupational Injuries of Shipbuilding Supply Workers in Busan, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 20(1), 15-24, 2008.
- Work-related Musculoskeletal Disorders(WMSDs)
- Chae, H. J., Lee, S. K., Lee, K. J. and Moon, J. D., Characteristics of work-Related Musculoskeletal Disorders and Effect of Intervention Program in Shipyard Workers, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 14(4), 468-477, 2002.
- Chang, S. R., A study for Prevention of Musculoskeletal Disorders Using Digital Human Simulation in the Shipbuilding Industry, *Journal of The Korea Society of Safety*, 22(3), 81-87, 2007.
- Kim, H. T., A study of engineering approach to Musculoskeletal disorders in shipbuilding, *Journal of the society of naval architects of Korea*, 40(3), 2003.
- Kim, I. A., Koh, S. B., Kim, J. S., Kang, D. M., Son, M. A., Kim, Y. K. and Song, J. C., The relationship between Musculoskeletal Symptoms and Job stress & intensity of Labor among Shipbuilding Workers, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 16(4), 401-412, 2004.
- Kim, J. E., Kang, D. M., Shin, Y. C., Son, M. A., Kim, J. W., Ahn, J. H., Kim, Y. K. and Moon, D. H., Risk Factors of Work-related Musculoskeletal Symptoms Among Ship-yard Workers, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 15(4), 401-410, 2003.
- Kim, S. W., Shin, Y. C. and Kang, D. M., Characteristics of Work-related Musculoskeletal Disorders Compensated by the Industrial Accident Compensation Insurance in Shipbuilding Industry, *Journal of Korean Society Occupational and Environmental Hygiene*, 15(2), 114-123, 2005.
- Kim, Y. C. and Chang, S. R. A study of the Implementation of the e Ergonomics Program in a Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 487-493, 2010.
- Kim, Y. C. and Chang, S. R. The effect and Management of the Ergonomics Program for the Prevention of WMSDs in a Shipbuilding Industry, *Journal of The Korea Society of Safety*, 21(6), 101-105, 2006.
- Koh, S. B., Kim, H. S., Choi, H. R., Kim, J. H., Song, I. H., Park, J. H., Park, J. K., Chang, S. J. and Cha, B. S., Incidence and Risk Factors for Occupational Low Back Pain Among Shipyard Workers, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 12(1), 1-11, 2000.
- Koo, B. E., Park, K. S. and Kim, C. H., Analysis of Musculoskeletal Disorders for Labor of Un-standardization Work; on the Subject of the Centering-Work in a Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(2), 113-122, 2007.
- Lee, Y. J. and Chang, S. R., A study of the self awareness symptoms of musculoskeletal disorders and job stress of shipbuilding workers, *Journal of the Korean Society of Safety*, 24(4), 108-113, 2011.
- Lee, Y. K., Comparison of Shipyard Worker Self-reported and Expert-observed Method using the same Checklist for Ergonomics Risk Factors, *Journal of Korean Society Occupational and Environmental Hygiene*, 15(2), 83-89, 2005.
- Oh, S. Y. and Jeong, B. Y., Risk Factor Analysis and Ergonomics Improvements in a Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24(1), 27-35, 2005.
- Park, B. C., Cheong, H. K. and Kim, S. K., Risk Factors Related to Musculoskeletal Symptoms in Shipyard Workers, *Korean Journal of Occupational & Environment Medicine*, 15(4), 373-387, 2003.
- Pyo, Y. and Jeong, B. Y., An implementation Case of Ergonomics Program at a Shipbuilding Company, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(3), 45-52, 2007.
- Yin, S. H., Park, H. S. and Yang, J. I., A study on the assessment of vibration produced by the powered hand tools used hand-arm vibration syndrome prevalent in the shipbuilding industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 21(4), 25-45, 2002.
- Job Stress
- Kim, K. J. and Chang, S. R., A Plan for Improving Shipbuilding Industry Foreman's Work Ability by Managing the Job Stress, *Journal of the Korean Society of Safety*, 26(2), 77-82, 2011.
- Kim, S. W., Sohn, A. R. and Lee, J. S., The Effects of Job Stress on Musculoskeletal Diseases Among Shipyard Workers, *PTK*, 12(3), 1-10, 2005.
- Kim, Y. C. and Bae, C. H., Study of the Relation between Work-Related Musculoskeletal Disorders and Job Stress in Heavy Industry, *Journal of the Korean Society of Safety*, 21(4), 108-113, 2006.
- Lee, Y. J. and Chang, S. R., A Study on the Job Stress and the Work Ability of Workers in the Shipbuilding Industry, *Journal of the Korea Society of Safety*, 25(2), 71-77, 2010.

Author listings

Date Received : 2012-01-06

Date Revised : 2012-01-16

Date Accepted : 2012-01-16

Yu-Chang Kim: yckim@deu.ac.kr

Highest degree: Ph.D., Department of Industrial Engineering, KAIST

Position title: Professor, Department of Industrial Management
Engineering, Dong-eui University

Areas of interest: Ergonomics, Industrial Safety, WMSDs, Job Stress,
Human Error