A Review on the Vibration Exposure Limit in Korea

Objective: The objective of this study is to review the exposure limits in the legislation, guidelines, and standards for the human vibration in Korea. **Background:** There have been relatively less interests in vibration than other risk factors in Korea. However, the importance of vibration is increasing as industry and everyday life are more mechanized. **Results:** No exposure limits were found in legislation, guidelines, and standards for the human vibration in Korea. **Conclusion:** It is important to introduce new duties regarding to vibration risks added to the general duties. Further studies are expected on the vibration exposure limits appropriate for Korean people and job conditions. **Application:** The results from this study would be of help to induce more interests in human vibration to the occupational health and safety professionals of Korea.

Keyword: vibration, exposure limit, legislation, guideline, KS

1. Introduction

인체에 다양한 영향을 미치는 진동은 전신진동(whole-body vibration)과 국소진동(localized vibration)으로 나눌 수 있다.

전신진동은 요통, 소화기관 또는 생식기관의 장애, 신경계통의 변화 등을 유발하는 것으로 알려져 있다. 그 외, 불편함과 활동의 간섭에 영향을 줄 수 있다. 국소진동의 영향 중 가장 대표적인 것은 진동성 백지증(vibration white finger)이다. 주요 증상은 손과 손가락의 혈관이 수축하며 혈행이 감소한다. 그 결과, 손이나 손가락이 창백해지고

바늘로 찌르듯이 저리며 통증이 심하다(Mansfield, 2005). 또한 진동은 요통 이외 근골격계질환의 위험요인 중의 하나로 여겨진다. 즉, 동력공구를 사용하여 작업을 할 때는 반복적인 움직임, 부자연스러운 자세, 과도한 근력 요구 등과 함께 상지에 가해지는 생리적 스트레스를 증가시킴으로써 근골격계질환의 발병을 촉진시킬 수 있는 것이다.

진동에 의한 건강장해는 대개 과도한 수준의 진동에 장기간 노출되는 경우에 발생한다. 그리고 진동에 의한 질병은 치료가 쉽지 않고, 완치되는 경우도 적다. 따라서 진동에 대한 질병은 예방하는 것이 최선이다. 하지만 기계화 시대에 산업현장과 일상생활에서 진동을 완전히 피할 수는 없다. 따라서 우리나라 사람들의 인체적 조건과 작업 조건에 적합한 진동의 노출한계 값을 제시하는 것이 필요하다.

인체진동에 관한 선진각국의 규제에 대해서는 선행연구(Kim et al., 2013)에서 조사된 바 있다, 본 기술논문에서는 전신진동과 국소진동 각각에 대하여 우리나라의 노출한계를 최근 개정된 업무상 질병의 조사 및 판정기준, 법, 지침, 표준에 걸쳐 조사하였다. 나아가 우리나라에서 추가로 규제와 연구가 필요한 부분에 대하여 토의하였다.

2. Guideline for occupational diseases

산업재해보상보험법에 의하면 업무상 재해란 업무상의 사유에 따른 근로자의 부상, 질병, 장해 또는 사망을 일컫는다. 그 중, 업무상 질병은 직업성 질병, 재해성 질병, 기타 질병으로 구분되며, 직업성 질병은 업무수행 과정에서 물리적 인자, 화학물질, 분진, 병원체, 신체에 부담을 주는 업무 등 근로자의 건강에 장해를 일으킬 수 있는 요인을 취급하거나, 그에 노출되어 발생한 질병을 말한다(MOEL, 2012).

업무상 사유로 직업성 질병과 재해성 질병이 발병한 근로자는 의학적, 과학적인 지식 부족으로 업무와 질병에 사이의 인과관계를 입증하기 곤란한 경우가 많기 때문에

산업재해보상보험법에서는 업무상 질병의 인정기준을 두어 근로자의 인과관계 입증곤란 문제를 해결하고 있다.

근골격계질환은 직업성 질병의 범주에 속하며, 산업재해보상법 시행령에서는 업무에 종사한 기간과 시간, 업무의 양과 강도, 업무수행 자세와 속도, 업무수행 장소의 구조 등이 근골격계에 부담을 주는 업무에 의한 질병으로 정의하고 있다. 그리고 그 원인으로서 반복 동작이 많은 업무, 무리한 힘을 가해야 하는 업무, 부적절한 자세를 유지하는 업무, 진동 작업, 그 밖에 특정 신체 부위에 부담이 되는 상태에서 하는 업무를 명시하고 있다. 실무적으로 신체부담업무의 업무관련성을 판단할 때에는 신체부담 정도, 직업력, 간헐적 작업 유무, 비고정작업 유무, 종사기간, 질병의 상태 등을 종합적으로 고려하여 판단하며, 신체부담 정도는 재해조사 내용을 토대로 인간공학전문가, 산업위생전문가, 산업의학 전문의 등 관련 전문가의 의견을 들어 평가하되, 필요한 경우 관련 전문가와 함께 재해조사를 하여 판단한다.

또한 근골격계에서 발생한 질병의 업무상 질병 인정 여부를 결정함에 있어 공정성과 객관성을 확보하기 위하여 판단요령과 조사방법 등을 구체적으로 정하는 근골격계질병 업무상 질병 조사 및 판정 지침이 근로복지공단에 의하여 최근 2015년 1월에 개정, 시행되고 있다(KCOMWEL, 2015). 본 지침에서는 부위별 대표적인 근골격계질병과 위험 요인, 인정기준 및 판단요령, 신체부담업무 조사요령, 조사 및 판정절차 등에 대하여 상세하게 기술하고 있다. 본 지침에서 진동은 위험요인으로 간주되고 있으며, 국소진동의 경우에는 진동의 존재여부, 전신진동의 경우에는 진동발생 원인을 구분하여 1일 평균 작업시간을 기재하게 한다. 하지만 안전한 진동 노출한계 값은 제시되고 있지 않다.

3. Legislation

진동과 관련된 법률은 환경정책기본법, 소음・진동관리법, 환경분야 시험・검사 등에 관한 법률이 있으며, 모두 전신진동에 대하여 규정하고 있다. 그 중 노출한계와 직접적으로 관련된 것은 소음・진동관리법으로서, 소음・진동의 발생원을 생활 환경, 교통, 공장, 항공기로 구분하고 있으며, 진동보다는 소음에 대해 중점적으로 다루고 있다(MOE, 2015). Table 1에 생활 환경과 관련된 노출한계 값을, Table 2에 공장진동의 노출한계 값을 예시하였다.

<< Table 1, Table 2 >>

국소진동에 관해서는 산업안전보건법에 진동에 대한 보건조치와 건강진단에 대한 사업주 의무를 규정하고 있으며, 시행령에서는 적정한 근로시간과 휴식시간을 배분하도록 규정하고 있다(MOEL, 2015). 그리고 산업안전보건기준에 관한 규칙, 제 4 장에서 진동작업에 대하여 정의하였다(착암기, 동력을 이용한 해머, 체인톱, 엔진 커터, 동력을 이용한 연삭기, 임팩트 렌치, 그 밖에 진동으로 인하여 건강장해를 유발할 수 있는 기계·기구를 사용하는 작업). 그리고 진동보호구의 지급, 유해성 등의 주지, 진동기계・기구 사용설명서의 비치, 진동기계・기구의 관리 등에 관하여 규정하였으나, 구체적인 노출기준은 제시되고 있지 않다. 그리고 동 규칙 제 12 장에서 근골격계질환의 원인으로 진동을 언급하였지만 구체적인 위험성에 대하여 명시한 것이 없다.

4. Guidelines

우리나라에서 인체진동과 관련된 지침은 산업안전보건공단이 제정, 공포하고 있다. 이러한 지침(KOSHA Code)은 강제성이 없는 권고사항으로서, 대부분 해외의 기술자료를 참고로 한 전문적인 기술지침이다.

전신진동의 노출기준과 직접적으로 관련한 지침은 농업용 기계 작업 시 전신진동의 위험성 저감에 관한 안전 기술지침(G-111-2014), 전신진동에 의한 요통 리스크에 관한 기술지침(M-68-2012)이 있으며, 국소진동과 관련된 것은 국소진동 측정 및 평가지침(H-77-2012), 손과 팔의 진동 제어에 관한 기술지침(M-31-2012)이 있다.

특히 국소진동의 측정과 평가지침은 국외의 진동관련 규제, 표준 및 가이드라인을 참고하여 국소진동의 정의, 국소진동 노출 측정 및 평가에 영향을 주는 요인, 국소진동의 측정 및 평가, 국소진동에 대한 1일 노출량 권고기준을 규정하고 있으며, 1일 8시간을 기준으로 5.0㎧²를 초과하지 않도록 하고 있다(KOSHA, 2012).

5. KS Standards

한국 산업표준은 국제표준화기구(ISO)의 지침을 번역한 것으로서, 전신진동의 노출기준과 직접적으로 관련된 것은 KS B ISO 2631, 국소진동에 관해서는 KS B ISO 5349가 가장 널리 참고되고 있다(KSA, 2015). 이들은 인체진동에 대한 측정방법, 평가, 건강에 대한 영향 및 진동 노출수준 등을 기술하고 있다(Table 3). 이러한 산업표준 역시 강제성이 없는 기술적인 권고지침이다.

<< Table 3>>

6. Discussion

본 기술논문에서는 인체진동의 노출한계에 대하여 조사하였다. 그 결과, 전신진동의 노출기준에 대한 법령은 존재하지만 산업체에서 진동공구를 사용하는 근로자를 위한

국소진동의 노출기준은 법령으로 규제되고 있지 않았다. 안전보건공단의 지침에서도 인체에 관련된 지침들은 4개밖에 존재하지 않았다. 제시된 노출한계 값도 국소진동에 국한되며, 외국의 기준을 그대로 적용하고 있다. 한국산업표준도 국제표준화기구에서 제정한 지침을 그대로 번역한 것이었다. 업무상 질병 인정기준에서도 진동은 근골격계질병의 위험요인으로 간주되고 있지만 구체적인 안전기준이 제시되고 있지 않았다.

국제적으로 유럽연합은 Directive 2002/44/EC(The European Parliament, 2002) 를 제정하여 각 나라마다 규제, 표준 또는 지침으로 제도화하도록 권고하고 있으며, 영국은 이러한 유럽연합의 권고기준에 따라 별도의 예방법으로 강제하고 있다. 미국은 American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH)에서 국소진동과 전신진동에 대한 각각의 노출한계(Threshold Limit Value; TLV)를 제공한다(Kim et al., 2013).

한편, 한국인 50명을 대상으로 불쾌감을 일으키는 10Hz 이하의 저주파 진동을 적용한 결과, 6.3Hz이하의 진동에서 ISO2613보다 더 불쾌하게 반응하였다(Park, 2006). 이는 우리나라 사람들이 신체 조건이 서양인과 다르므로 나타나는 현상으로서, 우리나라 사람에게 적합한 노출한계 값의 필요성을 시사하고 있다.

진동작업 종사 근로자의 진동노출실태에 관한 연구(OSHRI, 2011)에 따르면 주요 진동공구를 대상으로 조사한 결과, 그라인더, 착암기, 체인톱, 임팩트렌치의 순으로 일일 진동 노출량이 많은 것으로 조사되었다. 조사된 그라인더와 착암기의 진동 노출량은 유럽공동체의 진동노출 기준인 5.0㎨의 최대 2배 이상인 것으로 나타났다. 그리고 조사대상 10개 사업장 20종의 진동발생 기계, 기구 중 국내에서 생산된 11개 제품에는 진동가속도 정보가 표시되어 있지 않았으며, 나머지 수입제품 중 4종에만 진동가속도가 표기된 것으로 조사되었다.

우리나라 사업장에서 진동관리가 제대로 이루어지지 않는 이유는 진동에 대한

노출한계 값이 설정되어 있지 않고, 작업환경측정 대상도 아니기 때문이다. 따라서 사업장에서 의무적으로 진동측정을 하지 않아도 되고, 비록 측정한다고 하더라도 노출한계의 초과여부를 판단할 기준이 마련되어 있지 않다. 따라서 국민들의 안전을 위해서는 고용노동부를 비롯한 정부기관에서 인체진동을 심각한 유해인자로 인식하는 것이 선결되어야 한다. 그리고 학계와 산업계의 의견을 참고하여 우리나라 사람과 작업조건에 적합한 노출한계 설정에 관한 체계적이고 장기적인 연구가 설계되어야 한다. 그 과정에서 한국산업표준을 담당하는 기술표준원과 안전보건 관련 법령, 지침을 관장하는 고용노동부 간에 협조를 통하여 단일 안이 도출되어야 한다. 그리고 기계 및 기구에 진동가속도를 의무적으로 표시하는 등의 조처가 필요하다.

Acknowledgement

This work was supported by 2013 Hongik University Research Fund.

References

Kim, D. S., Lee, D. K and Kim, K. S., Comparative study of the Korean regulations, standards and guidelines for the human vibration with other countries*, Journal of Ergonomic Society of Korea*, 32(4), 321-331, 2013.

Korean Standards Association Website, http://www.ks.or.kr, (retrieved January 12, 2015)

Korea Occupational Safety and Health Administration, *Guidance for Measurement and Evaluation of Hand-transmitted Vibration*, KOSHA CODE H-77-2012, 2012.

Korea Workers' Compensation and Welfare Service, *Guideline for Investigation and Judgment of Occupational Diseases* (3rd ed.), 2015.

Mansfield, N.J., *Human Response to Vibration*, CRC Press, Boca Raton, 2005.

Ministry of Employment and Labor, *Industrial Accident Compensation Insurance Act*,

2012.

Ministry of Employment and Labor, *Industrial Safety and Health Act*, 2015

Ministry of Environment, *Noise and Vibration Control Act*, 2015.

Occupational Safety and Health Research Institute, *Research on the Exposure of Workers in Vibration Works*, 2011.

Park, S. J., Subjective responses of Korean people to vibration, *Sound and Vibration*, 16(4), 68-74, 2006.

The European Parliament and the Council of the European union, Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), *Official Journal of the European Communities*, 2002.

Table 1. Exposure limits of vibration in everyday life (unit: dB(v))

Source	**day (06:00 ~ 22:00)**	**night (22:00 ~ 06:00)**
residential area, green area, resort area, natural environment conservation area, school, general hospital, public library	Below 65	Below 60
Others	Below 70	Below 65

Table 2. Exposure limits of vibration in factory (unit: dB(v))

Source	**day (06:00 ~ 22:00)**	**night (22:00 ~ 06:00)**
residential area, green area, housing development promotion zone, resort development promotion zone, natural environment conservation area	Below 60	Below 55
semi-residential area of urban areas, agriculture area, marine resource protection zone	Below 65	Below 60
commercial area and semi-industry zone, industrial development promotion zone	Below 70	Below 65
general industrial and private industrial area	Below 75	Below 70

Table 3. KS B ISO 2631 and 5349

Standard Code	Standards
KS B ISO 2631-1	Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1 : General requirements
KS B ISO 2631-2	Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 2 : Vibration in buildings(1 Hz to 80 Hz)
KS B ISO 2631-4	Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 4 : Guidelines for the evaluation of the effects of vibration and rotational motion on passenger and crew comfort in fixed-guide way transport systems
KS B ISO 2631-5	Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 5 : Method for evaluation of vibration containing multiple shocks
KS B ISO 5349-1	Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1 : General requirements
KS B ISO 5349-2	Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2 : Practical guidance for measurement at the workplace