

소방대원들의 작업자세 분석

김용재*, 조성민**, 노효련***

*부경대학교 해양스포츠학과

**부경대학교 일반대학원 체육학과

***강원대학교 작업치료학과

e-mail:witstry@kangwon.ac.kr

Analysis of Work Postures of Fire Fighters

Yong-Jae Kim*, Sung-min Son**, Hyo-lyun Roh***

*Dept of Marine Sports, Pukyong National University

**Dept of Physical Education, Graduate School of Pukyong National University

***Dept of Occupational Therapy, Kangwon National University

요 약

본 연구는 소방대원의 현장 작업자세 평가와 분석을 통하여 소방대원의 근골격계 부담작업 유해요인을 분석하고자 한다. B시에 소재하고 있는 소방서의 남자 소방대원을 대상으로 소방 현장에서 많이 하는 자세 중 요구조자 이송작업자세, 방수작업자세, 유압구조장비 작업자세, 만능도끼작업 자세를 인간공학적 평가 기법인 Rapid Entire Body Assessment(REBA), Rapid Upper Limb Assessment(RULA)와 NIOSH Lifting Equation(NLE)를 이용하여 평가하고 분석하였다. 자세 분석결과, RULA 분석에서 모든 작업이 최고 점수인 7점으로 평가되었고 REBA는 5점에서 10점까지로 RULA분석에 비하여 낮은 점수를 나타내었다. 따라서, 소방대원들의 작업환경과 자세에 문제가 많다는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

소방대원들의 다양한 활동으로 인해 소방은 단순 화재진압에서부터 다양한 사건·사고의 수습과 건물붕괴, 홍수 등 대규모 인위적, 자연적 재난의 초동 수습조치 및 긴급복구를 주도적으로 수행하는 국가의 핵심적 긴급 구조기관으로 거듭났고 특히 구조·구급업무의 활성화로 인하여 소방의 위상은 그 어느 때 보다 높아지고, 전국 각처에서 일어나는 크고 작은 재난 사고현장에서의 소방의 역할은 중요한 위치를 차지하고 있다[1]. 그러나 소방대원의 안전사고를 최소화하기 위한 기술기반이 부족하며 재난현장에서의 효율적인 대처능력의 미흡으로 안전사고의 발생으로 이어지면서 소방대원들은 임무수행 중에 부상을 당하고, 사망에 이르는 경우가 종종 발생하고 있다[2]. 따라서 소방대원들의 안전을 위한 체계적이고 전문기술적인 안전대책의 수립과 연구가 필요하다.

최근 국내의 산업 재해율은 작업관련성 질환에 의한 증가현상이 두드러지게 나타나고 있다. 특히 단순 반복작업, 중량물 취급작업, 부적절한 작업자세 등에 의하여 신체에 과도한 부담을 주었을 때 나타나는 요통, 경관완 장애 등 근골격계질환은 매년 급증하고 있으며

향후에도 지속적인 증가가 예상된다. 소방대원은 무거운 방열복을 착용하여야 하며 그 외에도 진화작업과 구조에 필요한 각종 기구를 장착한 상태에서 응급환자 등의 이송을 하여야 한다. 그러므로 소방대원의 업무관련 질환 중 가장 큰 원인은 근골격계질환이고, 이러한 근골격계질환으로 인하여 퇴직으로 이어지기도 한다[3]. 소방대원의 근무환경은 타 직종에 비하여 매우 열악한 상황이며, 특히 건강 및 안전과 관련하여 위험성, 긴급성, 출동환경의 이상성 및 강인한 체력이 요구되는 업무의 특수성을 가지고 있음에도 불구하고 근골격계질환에 관한 연구는 부족한 실정이다[4]. 따라서, 본 연구는 소방대원의 현장 작업자세 평가와 분석을 통하여 소방대원의 근골격계 부담작업 유해요인을 분석하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상 및 연구도구

B시에 소재하고 있는 소방서의 남자소방대원에게 소방 현장에서 많이 하는 자세 중 요구조자 이송작업자세, 방수작업자세, 유압구조장비 작업자세, 만능

도끼작업 자세를 취하게 하고 인간공학적 평가 기법인 Rapid Entire Body Assessment(REBA), Rapid Upper Limb Assessment(RULA)와 NIOSH Lifting Equation (NLE)를 이용하여 작업자세를 평가하고 분석하였다.

2.2. 통계방법

REBA, RULA, NLE의 분석은 시각적인 그림 제시와 함께 점수를 제시하였다.

3. 연구 결과

3.1. 대상자들의 일반적 특성


연구대상자의 일반적 특성은 39세, 키 171.8cm, 몸무게 71.6kg, 경력 11년이었다.

3.2. 화재진압 작업자세 분석결과

3.2.1 요구조자 이송 작업자세 분석결과

요구조자 이송시 작업 자세는 인명피해 발생시 긴급하게 요구조자를 소방대원의 인력에 의해 이송하는 자세를 말하며, 2인 운반법과 1인 운반법으로 구분하여 분석하였다. 1인 운반 자세에서, 무릎 굽힘, 허리 굽힘, 상완각도, 피운반자의 무게 등으로 인해 2인 운반법보다 REBA 점수가 높게 나타났다[표 1].

[표 1] 요구조자 이송 작업자세 분석 (단위:점)

분류	작업자세	결과	분석
2인 운반법		REBA:8 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
1인 운반법		REBA:10 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선




3.2.2 방수작업 자세 분석 결과

방수작업 자세는 소방호스를 이용한 화재 진화 작업시의 자세를 말하며, 소방호스는 진압장비에 속하며 길이 15m, 중량 5kg, 사용압력 20kg/cm²의 규격으

로 소방 작업시 소방용수 공급을 위해서 사용되어 진다[5]. 화재 발생 장소의 위치를 고려하여 상, 중, 하로 구분하여 분석하였다[표 2].

방수작업(하) 자세에서 목 굽힘 및 허리 굽힘 각도가 크기 때문에 가장 부담이 높은 작업으로 보인다. 또한, RULA 분석에서는 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구됨으로 나타났으며, 이는 개인 착용 장비 무게(16kg)의 영향으로 모든 점수가 높게 나타나는 것으로 보인다.

[표 2] 방수 작업자세 분석 (단위:점)

분류	작업자세	결과	분석
방수작업 (상)		REBA:5 AL:2	
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
방수작업 (중)		REBA:6 AL:2	
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
방수작업 (하)		REBA:8 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선

3.4.3 유압구조장비 작업 자세 분석 결과

유압구조장비(Hydraulic rescue equipment)는 구조장비에 속하며 길이 37cm, 중량 18kg, 작동압력 600-900bar의 규격으로 절단기, 스프레다 등의 기능을 발휘할 수 있는 장비로 각종 철근이나 구조물의 절단, 중량물의 전개 및 인장에 사용되어 진다. 유압구조장비 꺼내기 작업 자세는 콤비절단기가 무겁고(18kg) 꺼내는 위치가 낮아 과도한 허리 굽힘의 발생과 상완이 어깨위로 올라가기 때문에 3가지 평가에서 모두 높게 나타났다.

[표 3] 유압구조 장비 작업자세 분석 (단위:점)

분류	작업자세	결과	분석
유압 구조장비 꺼내기		REBA:10 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
NLE 분석 결과 RWL(시작점) : 9.482kg, LI(시작점) : 1.898 RWL(시작점) : 12.65kg, LI(시작점) : 1.423			
유압구조 장비작업 (상)		REBA:6 AL:2	보통 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
유압구조 장비작업 (중)		REBA:7 AL:2	정밀조사 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
유압구조 장비작업 (하)		REBA:7 AL:2	정밀조사 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선

NLE 분석에서는 시작점의 RWL(Recommended Weight Limit)값이 9.48kg, LI(Lifting Index)가 1.90으로 나타났으며, 종점의 RWL 값이 12.65kg, LI가 1.42로 시작점과 종점 모두 관리적 개선책이 필요하다고 나타났다. 유압구조장비 작업 과정 중에는 꺼내기에서 가장 높은 부담이 생기는 것으로 나타났다. 이때 작업자인 소방대원의 허리 자세가 하부 등 근육에 부담이 높은 자세로 요통의 발생이 증가될 수 있는 자세이다. 따라서, 보관대의 위치개선과 장비의 경량화가 필요할 것으로 생각된다[표 3].

3.4.4. 만능도끼작업 자세 분석 결과

만능도끼는 구조장비에 속하며 길이 103cm 이하, 중량 4kg 이하의 규격으로 소방 작업시 파괴용으로 사용되어진다[5]. 만능도끼작업 자세는 만능도끼를 이용한 구조 작업시의 자세를 말하며, 대상 장소의 위치를 고려하여 상, 중, 하로 구분하여 분석하였다.

만능도끼작업(하) 자세에서는 타점을 보기 위해 목이 굽혀지면서 옆으로 구부러져 있고, 허리 또한 옆으로 구부러져 있어 REBA 점수가 높게 나타났다. 만능도끼 작업에서도 RULA 점수는 개인 착용장비의 영향으로 모두 높게 나타났다[표 4].

[표 4] 만능도끼 작업자세 분석 (단위:점)

분류	작업자세	결과	분석
만능도끼 작업(상)		REBA:9 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
만능도끼 작업(중)		REBA:6 AL:2	보통 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선
만능도끼 작업(하)		REBA:10 AL:3	높음 곧 필요함
		RULA:7 AL:4	정밀조사 즉각적인 개선

4. 결론 및 제언

본 연구는 소방대원들의 작업 자세를 평가하여 소방대원들의 근골격계 부담작업 유해요인을 분석하고자 실시하였다.

본 연구에서 실시한 자세분석에서는 요구조자 구조시 이송자세 분석에서는 1인 운반법과 유압장비 꺼내기, 만능도끼 작업(하)에서의 REBA 분석은 위험단계는 '높음', 조치단계는 '곧 필요함'으로 나타났으며, RULA 분석에서 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구되는 것으로 나타났다. 이들 자세들은 모두 허리에 부담이 가는 작업으로 소방대원들의 높은 요통 경험과 관련이 많은 것으로 사료된다. 김규상 등(2010)[6]에 의하면, 직업성 근골격계질환자는 상지 질환 등의 신체부담 작업보다 요통 근골격계 질환자가 3배 이상의 비율을 보이며, 요통에서는 사고성 요통을 감소하는 반면에 비사고성 요통을 증가하는 경향을 보이고 있다고 하였다. 특히 유압장비 꺼내기

는 장비의 무게로 인해 작업자인 소방대원의 허리의 자세가 하부 등의 근육에 부담이 높다. 그러므로 보관대의 위치개선과 장비의 경량화가 필요할 것으로 생각된다. 구조장비를 소방차에 비치할 경우, 가장 무거운 장비를 수직높이와 수평거리를 감안하여 허리의 굽힘 및 팔의 뻗음이 발생하지 않는 장소에 우선적으로 비치하는 것이 필요하다고 생각된다.

화재진압 작업 자세 분석결과, RULA 분석에서 모든 작업이 최고 점수인 7점으로 평가되었고 REBA는 5점에서 10점까지로 RULA분석에 비하여 낮은 점수를 나타내었다. 이는 업종, 작업 내용, 하지 자세에 관계없이 REBA는 RULA에 비하여 작업 자세 부하를 저평가하는[7] 특성 때문이라고 사료된다. RULA와 REBA의 특성을 감안하더라도 소방대원들의 작업환경과 자세에 문제가 많다는 것을 알 수 있었다.

소방대원은 어떠한 직업보다도 신체적인 손상을 받기 쉬운 업무임에는 틀림이 없으며, 특히 요부손상이 많은 것으로 보고되고 있다[4]. 그러므로 환경적인 개선과 더불어 평상시 요부를 강화시킬 수 있는 운동프로그램의 제시와 정신적인 긴장을 완화시킬 수 있도록 하여야 할 것이다. 실제로 화재진압이나 구급·구조상황에서 소방대원들이 느끼는 정신적, 육체적인 업무 부담 정도는 더 높을 수 있다. 그러므로 기술 개발을 통하여 소방대원들이 착용하거나 사용하는 각종 장비의 경량화와 함께 성능의 고급화가 반드시 필요한 것으로 생각된다. 또한 소방대원들이 사용하는 장비의 배치 위치와 보관함의 개선을 통해 근골격계의 부담을 줄일 수 있는 현실적인 방법의 모색도 필요한 것으로 사료된다.

작업자세 분석은 실제 화재현장에서 활동하는 소방대원을 상대로 분석하는 것이 가장 이상적이지만 화재가 언제 발생할지 알 수가 없고, 긴급한 화재현장에서 소방대원의 자세를 평가하거나 촬영하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 본 연구에서는 화재진압 경험이 많은 소방대원을 상대로 화재진압을 가장하여 시뮬레이션으로 자세를 평가하였다. 향후 연구에서는 소방대원의 화재진압 훈련 시 자세를 평가하여 이번 연구와 비교하는 것이 필요하며, 또한 본 연구에서 제시된 결과를 토대로 하여 장비의 배치위치와 보관함의 개선후의 작업자세 분석도 필요하다고 사료된다. 본 연구는 일부 소방대원을 대상으로 하였기 때문에 전체 소방대원을 대표하기에는 무리가 있는 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 김권운, “소방공무원의 재난현장 안전에 관한 연구”, 한국방송통신대학교 석사학위논문, 2004.
- [2] 현성호, 송윤석, 이창우, “소방공무원 채용시험에 관한 소고”, 한국화재소방학회 논문지, 제19권 제4호, pp. 94-104, 2009.
- [3] Nuwayhid IA., Stewart W, & Jahnsen, J.V. Work activities and the onset of first-time low back pain among New York City fire fighter. Am. J. Epidemiol. Vol 137, pp. 539-48, 1993.
- [4] 김대성, 문명국, 김규상, “119 구급대원 구급활동의 근골격계 증상 및 위험 실태”, 대한인간공학회지, 제29권, 제2호, pp. 211-216, 2010.
- [5] 소방방재청, 소방장비정보, 2005.
- [6] 김규상, 박정근, 김대성, “직업성 근골격계질환의 발생과 특성”, 대한인간공학회지, 제29권, 제4호, pp. 405-422, 2010.
- [7] 기도형, 박기현, “작업 자세 평가 기법 OWAS, RULA, REBA 비교”, 한국안전학회지, 제20권, 제2호, pp. 127-132, 2005.