

소방대원의 화재진압작업에 대한 근골격계질환관련 위험도분석

Risk Analysis for Musculoskeletal Disorders Associated with Fire Extinguishing Job of Fire Fighters

임수정* · 박동현* · 엄수현* · 최순영**

Abstract

본 연구는 소방대원의 화재진압 업무를 인간공학적 평가도구(RULA, REBA)를 이용하여 분석하고 타업종(병원, 자동차업종)과의 비교를 수행하였다.

첫째, 소방대원들의 업무 중 화재진압 업무의 인간공학적 작업자세 분석 및 평가하여 극단적인 작업자세에 대해서 살펴보았다. 요구조사 1인 운반법은 RULA, REBA의 평가 결과에서 모두 정밀조사가 필요하고 즉시 개선·조치가 요구되는 4단계로 평가되었다.

둘째, 화재진압 업무와 타업종(병원, 자동차업종)의 분석 결과를 비교 분석을 실시하였다. RULA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 72%로 자동차 업종(74%)에서의 평가결과 보다 낮게 나타났지만 병원업종(37%)보다는 높게 나타났다. REBA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 36%로 병원(9%)과 자동차 업종(24%)에서의 평가결과보다 높게 평가된 것으로 나타났다.

1. 서론

최근 다양하고 복잡한 현대사회의 특징으로 인하여 재난사고의 유형이 복잡하고 다양해짐에 따라 소방업무의 범위도 넓어지고 더욱 위험해지고 있다[1]. 이로 인해 소방대원들의 활동은 화재진압, 구조, 구급뿐만 아니라 산불, 수해복구, 독거노인 방문 등 생활성 민원까지 담당하고 있다[2].

† 본 연구는 2012년도 소방방재청 차세대 핵심소방안전기술개발사업 소방공무원의 현장활동 작업강도 및 생리적 변화분석 과제 지원에 의하여 수행되었음.

* 인하대학교 산업공학과

** 인하대학교 의학과

소방대원들의 업무는 크게 구급, 구조, 화재진압, 기타행정으로 나눌 수 있다[3]. 구급업무는 출동, 구급활동, 병원이동, 병원업무(병원 응급실 이송후 인계작업), 귀소, 사무작업 등으로 구성되어 있으며[4]. 구조업무는 구조훈련지도, 구조대원 안전관리, 소방항공대 관리, 재난수습지원, 광역재난훈련지도, 수난사고 수습, 산악사고처리, 재난시 구조 업무 등으로 구성되어 있다[2]. 화재진압 업무는 화재발화지점 검색, 화재현장 진입, 인명검색 및 구조, 요구조자 운반, 피난유도 등의 활동으로 구성된다[5].

특히 이러한 많은 활동 중에서도 화재진압 업무의 출동건수가 꾸준히 증가하고 있고, 화재건수도 증가하는 추세를 보이고 있다. 2010년 화재로 인한 출동건수는 95,407건 이었으나 2011년에는 전년대비 8.38% 증가한 103,463건으로 집계 되었고[6], 2011년 화재건수도 43,875건으로 전년대비 4.8%(2,012건)증가하였다[7].

하지만 늘어나고 있는 화재진압 업무의 위험성에 대한 연구는 연소과정에서 발생하는 화학물질들, 화재의 열, 적외선, 소음과 같은 물리적 요인, 직무상의 스트레스나 교대근무로부터 오는 정신적스트레스[8], 작업 자세의 위험성[9], 건강불편 및 장애[10]에 대한 것으로 국한되어 있었다.

따라서 본 연구에서는 소방대원들의 업무 중 화재진압 업무의 인간공학적 작업자세 분석 및 평가하여 극단적인 작업자세에 대해서 살펴보고 타업종(자동차, 병원업종)과의 결과 비교를 통하여 소방대원들의 인간공학적 작업자세의 유해요인 감소를 위한 정보를 제공하고자 한다.

2. 방법

2.1 연구대상

제주특별자치도 소방방재본부의 화재진압 동영상에서 선별된 14개에 대하여 분석을 실시하였다. 또한 타업종과의 비교를 위하여 병원업종, 자동차업종의 작업 각 25, 10개에 대해서도 분석을 실시하였다.

2.2 연구방법

본 연구는 RULA, REBA를 이용한 소방대원의 화재진압 업무 작업자세 분석을 실시하였다. 모든 동영상은 가장 위험하다고 판단되는 부분을 2번 반복 캡처하였다. 이와 같이 캡처된 모든 작업에 대하여 인간공학적 평가도구인 RULA, REBA를 이용하여 평가 및 세부 작업자세의 작업 조치 수준을 제시, 비교하였다.

3. 연구결과

3.1 소방업무 중 화재진압 업무의 작업분류

화재진압 업무는 방화복착용, 공기호흡기 장착, 공기호흡기 실린더 교환, 소방호스 전개 및 사리기, 로프 매듭법, 화재진압 4인조법, 기구묶기, 사다리 운반법, 사다리 설치 및 등반법, 관창조작, 소방펌프차량 조작, 동력절단기 조작, 요구조자 1인 운반법, 요구조자 2인 운반법으로 구성되어 있다 <표 1>.

<표 1> 화재 진압 업무의 작업 분류

업무	작업
화재진압 업무	방화복착용
	공기호흡기 장착
	공기호흡기 실린더 교환
	소방호스 전개 및 사리기
	로프매듭법
	화재진압 4인조법
	기구묶기
	사다리 운반법
	사다리 설치 및 등반법
	관창조작
	소방펌프차량 조작
	동력절단기 조작
	요구조자 1인운반법
	요구조자 2인운반법

3.2 화재진압 업무의 작업 자세 분석 결과

<표 2>에서는 화재진압 업무의 작업자세 분석 결과를 보여주고 있다. RULA의 분석 결과, 5작업(방화복착용, 공기호흡기 실린더 교환, 동력절단기 조작, 요구조자 1인 운반법, 요구조자 2인 운반법)이 최종점수 7점으로 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구되는 4단계로 평가되었으며, 나머지 작업(공기호흡기 장착, 소방호스 전개 및 사리기, 화재진압 4인조법, 기구묶기, 사다리 운반법, 사다리 설치 및 등반법, 관창조작, 소방펌프차량 조작)은 최종점수 3~6점으로 계속 추적 관찰 또는 빠른 작업 개선이 요구되는 2, 3단계로 평가되었다. REBA의 분석 결과, 1작업(요구조자 1인 운반법)이 최종점수 11점으로 조치가 즉시 필요한 4단계로 평가되었으며, 나머지 작업(방화복착용, 공기호흡기 장착, 공기호흡기 실린더 교환, 소방호스 전개 및 사리기, 로프매듭법, 화재진압 4인조법, 기구묶기, 사다리 운반법, 사다리 설치 및 등반법, 관창조작, 소방펌프차량 조작, 동력절단기 조작, 요구조자 2인 운반법)은 최종점수 4~10점으로 조치가 필요하거나, 조치가 곧 필요한 2~3단계로 평가되었다.

<표 2> 화재진압 업무의 작업자세 분석 결과

작업	RULA		REBA	
	최종점수	단계	최종점수	단계
방화복착용	7	4	9	3
공기호흡기 장착	6	3	8	3
공기호흡기 실린더 교환	7	4	8	3
소방호스 전개 및 사리기	6	3	4	2
로프매듭법	3	2	4	2
화재진압 4인조법	5	3	7	2
기구묶기	5	3	7	2
사다리 운반법	6	3	7	2
사다리 설치 및 등반법	4	2	4	2
관창조작	3	2	7	2
소방펌프차량 조작	4	2	4	2
동력절단기 조작	7	4	4	2
요구조자 1인 운반법	7	4	11	4
요구조자 2인 운반법	7	4	10	3

3.3 화재진압 업무의 극단적인 작업자세

<표 3>에서는 RULA와 REBA의 평가결과에서 각 7점, 11점으로 최고단계인 4단계로 평가된 ‘요구조자 1인 운반법’의 캡처된 작업자세와 세부평가 항목을 보여주고 있다. 요구조자 1인 운반법은 움직이지 못하는 피 운반자를 운반하는 작업으로 허리를 60° 이상 굽히고 팔을 이용하여 피 운반자를 운반하기 때문에 윗팔과 허리에서 높은 점수로 평가되었다.

<표 3> 요구조자 1인 운반법 작업자세 세부 평가 결과

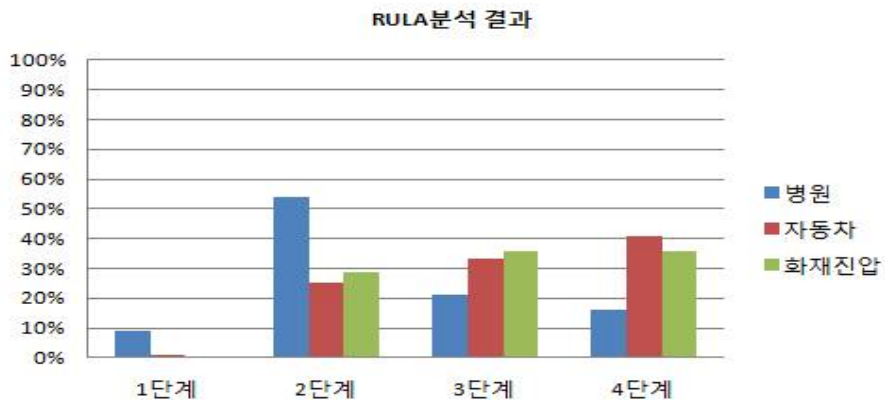
작업	자세	평가도구	윗팔	아랫팔	손목	목	허리	다리	최종점수	단계
요구조자 1인 운반법		RULA	4	2	4	2	4	1	7	4
		REBA	4	2	4	3	4	3	11	4

3.4 화재진압 업무와 타업종(병원, 자동차)과의 평가결과 비교

<표 4>, [그림 1]은 화재진압 업무와 타업종(병원, 자동차)과의 RULA에 의한 평가 결과의 각 조치단계의 비율을 나타낸 것이다. RULA에 의한 평가 결과 병원 업종에서는 1단계(9%), 2단계(54%), 3단계(21%), 4단계(16%)로 나타났으며, 자동차 업종에서는 1단계(1%), 2단계(25%), 3단계(33%), 4단계(41%)로 나타났다. 화재진압 업무에서는 2단계(29%), 3단계(36%), 4단계(36%)로 나타났다. 화재진압 업무의 경우 RULA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 72%로 자동차 업종에서의 평가결과 보다 낮게 나타났지만 병원업종보다는 높게 나타났다(병원업종의 경우 37%, 자동차 업종에서의 경우 74%).

<표 4> 병원, 자동차, 화재진압 업무의 RULA평가 결과

업종	1단계	2단계	3단계	4단계
병원	9%	54%	21%	16%
자동차	1%	25%	33%	41%
화재진압	-	29%	36%	36%



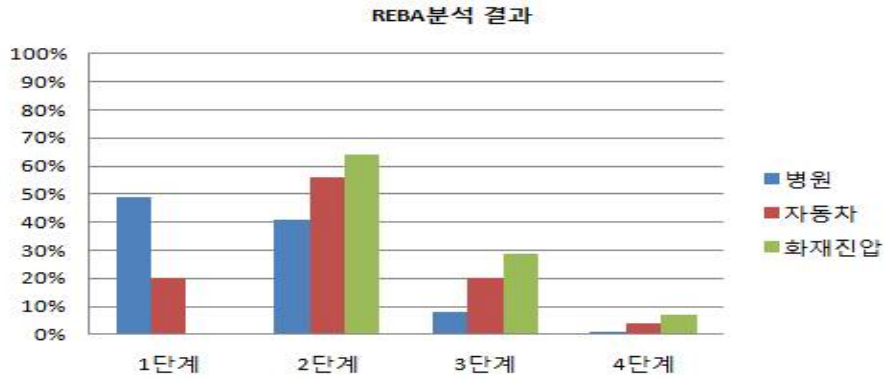
[그림 1] 병원, 자동차, 화재진압 업무의 RULA평가 결과

<표 5>, [그림 2]는 화재진압 업무와 타업종(병원, 자동차)과의 REBA에 의한 평가 결과의 각 조치단계의 비율을 나타낸 것이다.

REBA에 의한 평가 결과 병원 업종에서는 1단계(49%), 2단계(41%), 3단계(8%), 4단계(1%)로 나타났으며, 자동차 업종에서는 1단계(20%), 2단계(56%), 3단계(20%), 4단계(4%)로 나타났다. 화재진압 업무에서는 2단계(64%), 3단계(29%), 4단계(7%)로 나타났다. 화재진압 업무의 경우 REBA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 36%로 병원과 자동차 업종에서의 평가결과보다 높게 평가된 것으로 나타났다(병원업종의 경우 9%, 자동차 업종에서의 경우 24%).

<표 5> 병원, 자동차, 화재진압 업무의 REBA평가 결과

업무	1단계	2단계	3단계	4단계
병원	49%	41%	8%	1%
자동차	20%	56%	20%	4%
화재진압	-	64%	29%	7%



[그림 2] 병원, 자동차, 화재진압 업무의 REBA평가 결과

4. 고찰

소방 대원은 각종 재난현장에 가장 먼저 달려가고 마지막까지 현장에 남아서 인명 구조 및 화재진압 활동을 펼친다[11]. 업무특성상 직무의 위험성과 24시간 교대 근무형태, 작업환경 등에 있어서 타 공무원에 비해 특수한 요소를 지니고 있다[4], 이러한 유해환경은 현장 활동에 임하는 소방대원들에게 가장 큰 위험요소가 되고 있다[12].

유해 환경을 유발하는 소방대원의 활동은 주로 소방호스나 화재시 구조가 필요한 물건을 챙길 때 발생하고, 사다리를 오르거나 중량물을 들거나, 몸통을 비틀기, 몸통을 쭉 빼는 작업, 무리한 진화작업, 구급현장에서 바닥에 누워 있는 요구조자를 이동하는 작업 등이 관여하는 것으로 알려져 있다[2]. 또한 화재진압 과정에서 노출되는 많은 호흡기 유독 물질로 인해 급성 폐기능 저하와 높은 호흡기 증상 호소율을 보이며[13], 복잡한 현장 외부환경, 비합리적인 근무환경·체계, 현장안전에 대한 인식 부족 등으로 인한 안전사고도 있는 것으로 나타났다[14]. 이에 소방대원의 노출된 위험인자와 건강 영향에 대한 연구[8][10], 소방대원의 폐기능과 호흡기에 대한 연구[13][15], 119 구급활동의 근골격계 증상 및 위험 실태에 관한 연구[4], 소방업무 종사자의 근골격계 질환에 관한 연구[2][9][16]는 있었다. 하지만 화재진압 업무의 특성을 고려한 분석과 타업종과의 비교한 분석은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다음과 같은 분석을 하고자 하였다.

첫째, 소방대원들의 업무 중 화재진압 업무의 인간공학적 작업 자세 분석 및 평가하여 극단적인 작업 자세에 대해서 살펴보았다. RULA의 분석 결과, 방화복착용, 공기호

흡기 실린더 교환, 동력절단기 조작, 요구조자 1인 운반법, 요구조자 2인 운반법이 최종점수 7점으로 정밀조사와 즉각적인 개선이 요구되는 4단계로 평가되었다. 요구조자 1인 운반법과 요구조자2인 운반법의 RULA의 분석 결과는 노효린 등(2011)의 연구결과와 일치한다고 할 수 있다. REBA의 분석 결과, 요구조자 1인 운반법이 최종점수 11점으로 조치가 즉시 필요한 4단계로 평가되었다. 특히, 요구조자 1인 운반법은 RULA, REBA의 평가결과에서 모두 정밀조사가 필요하고 즉시 개선·조치가 요구되는 4단계로 평가되었다. 요구조자 1인 운반법은 움직이지 못하는 피 운반자를 운반하는 작업으로 허리를 60° 이상 굽히고 팔을 이용하여 피 운반자를 운반하기 때문에 윗팔과 허리에서 높은 점수로 평가되었다.

둘째, 화재진압 업무와 타업종과(병원, 자동차업종)의 분석 결과를 비교 분석을 실시하였다. RULA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 72%로 자동차 업종(74%)에서의 평가결과 보다 낮게 나타났지만 병원업종(37%)보다는 높게 나타났다. REBA로 평가한 결과 3, 4단계가 차지하는 비율이 36%로 병원(9%)과 자동차 업종(24%)에서의 평가결과보다 높게 평가된 것으로 나타났다. 이는 병원업종, 자동차 업종에서의 업무는 사무작업이나 자동화되어있는 기계를 이용하는 작업이 포함되어 있는 반면 화재진압 업무는 사람이 직접 움직이는 신체작업이 많기 때문으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 소방대원의 화재진압 업무를 인간공학적 평가도구(RULA, REBA)를 이용하여 분석하고 타업종(병원, 자동차업종)과의 비교를 수행하였다.

화재진압 업무를 인간공학적 평가도구(RULA, REBA)로 평가한 결과, 움직이지 못하는 피 운반자를 운반하는 요구조자 1인 운반법이 각 7점과 11점으로 정밀조사가 필요하고 즉시 개선·조치가 요구되는 4단계로 평가되어 화재진압 업무 중 극단적인 작업 자세로 분석되었다.

화재진압 업무와 타업종과(병원, 자동차업종)의 분석 결과, 고위험단계라고 할 수 있는 3, 4 단계로 평가된 작업의 비율이 RULA의 경우 72%로 자동차 업종(74%)에서의 평가결과 보다 낮게 나타났지만 병원업종(37%)보다는 높게 나타났다. REBA의 경우 36%로 병원(9%)과 자동차 업종(24%)에서의 평가결과 보다 모두 높게 평가된 것으로 나타났다.

본 연구는 소방대원이 착용하는 장비, 요구조자의 몸무게, 매회 바뀌는 작업 상황에 대해서 고려하지 못하였다. 추후 연구에서는 소방대원이 현장에서 사용하는 장비, 요구조자의 몸무게 등을 고려한 연구를 해볼 것을 제안한다.

6. 참고문헌

- [1] 김권운, “소방공무원의 재난현장 안전에 관한 연구”, 한국방송통신대학교 석사학위논문, 2004.
- [2] 이승규, “소방관의 업무 및 일상생활요인과 근골격계질환의 상관성” 가천의과대학교 대학원 석사학위논문, 2007.
- [3] 소방방재청, 재난현장 보건안전 유해인자 분석 연구 및 소방 업무 종사자 특수건강진단 모델 개발“ 소방방재청, 2011.
- [4] 김대성, 문명국, 김규상, “119 구급대원 구급활동의 근골격계 증상 및 위험실태”, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 29, No. 2, pp. 211-216, 2010.
- [5] 중앙소방학교 화재진화사 인증위원회, 화재진화사 1급 교재, 중앙소방학교 화재진화사 인증위원회, 2012.
- [6] 소방방재청, “2012 소방방재 주요 통계”, 소방방재청 재난상황실, 2012.
- [7] 소방방재청, 2011년도 전국 화재발생 현황 분석, 2011.
- [8] 김규상, “소방공무원의 노출 위험과 건강 영향”, HANYANG MEDICAL REVIEWS, Vol. 30, No. 4, pp. 296-304, 2010.
- [9] 노효린, 손성민, 오현수, 장성록, 김용재 “소방대원들의 근골격계질환 예방을 위한 작업 자세 분석”, 한국안전학회지, Vol. 26, No. 6, pp. 71-78.
- [10] Jurriaan Bos, Eric Mol, Bart Visser, Monique Frings-Dresen, “Risk of health complaints and disabilities among Dutch firefighters”, International Archives of Occupational and Environmental Health, Vol. 77, No. 6, pp. 372-382, 2004.
- [11] 용천중, “소방공무원의 직업병에 관한 연구”, 경기대학교 산업정보대학원 석사학위논문, 2008.
- [12] 안경규, “소방공무원의 직무상 질환방지대책에 관한 연구”, 경남대학교 행정대학원 석사학위논문, 2010.
- [13] 김성훈, 김정원, 김중은, 손병철, 김정호, 이창희, 장상환, 이채관, “부산지역 소방공무원의 폐기능과 호흡기 증상”, Korean J Occup Environ Med, Vol. 18, No. 2, pp. 103-111, 2006.
- [14] 이종환, “소방공무원의 직업성 질환과 안전사고”, 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문, 2009.
- [15] 구재학, “화재의 의한 흡인연기의 호흡기 내 침착에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 21, No.2, pp. 64-73, 2007.
- [16] 강성규, “소방업무 종사자의 근골격계 질환”, J Korean Med Assoc, Vol. 51, No. 12, pp. 1111-1117, 2008.