

119 구급대원의 근골격계 질환 위험성 평가 - 소방기술경연대회 구급종목을 대상으로 - 손정원^{1,2*} · 박재범²

¹경기도 의왕소방서, ²아주대학교 직업환경의학과

Evaluation of musculoskeletal disorders risk of 119 emergency medical technicians during emergency medical services procedures in firefighter combat challenge

Jeong-Won Son^{1,2*} · Jae-Bum Park²

¹Uiwang Fire Station, Gyeonggi-do

²Department of Occupational & Environmental Medicine, Ajou University

=Abstract =

Purpose: The purpose of the study was to evaluate the ergonomic risk factors of 119 emergency medical technicians (EMT) with musculoskeletal disorders, performing emergency medical services (EMS) procedures in a firefighter combat challenge.

Methods: The evaluated EMT procedures were cardiopulmonary resuscitation (CPR) & intubation, trauma patient assessment, and intravenous (IV) injection. Measurement of working posture was done during training.

Results: In CPR & intubation, OWAS-score was 2 (mean 1.9, maximum 4), requiring correction action, while REBA-score was 11 (mean 7.28, maximum 11), requiring immediate improvement. In trauma patient assessment & IV injection, OWAS-score was 4 (mean 2.9, maximum 4), requiring immediate correction action, while the REBA score was 7 (mean 7.5, maximum 11), requiring improvement.

Conclusion: Both OWAS score and REBA-score showed improvement of posture and high-risk of musculoskeletal disorders. Occupational health management in EMS procedures during combat challenge and effective injury prevention program in fire stations are warranted.

Keywords: 119 Emergency medical technicians(119 EMTs), Musculoskeletal disorders(MSDs), Work posture

Received November 10, 2017 Revised November 24, 2017 Accepted December 19, 2017

*Correspondence to Jeong-Won Son

Ojeon 119 Fire Center, Uiwang Fire Station, 344, Gyeongsu-daero, Uiwang-si, Gyeonggi-do, 16054, Republic of Korea

Tel: +82-31-596-0511 Fax: +82-31-596-0515 E-mail: sonman79@gg.go.kr

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

구급현장은 폭행, 교통사고, 붕괴, 매몰, 고립 등의 불안정성이 존재하며 구급대원은 응급환자에 대한 상담 및 처치, 이송 등을 제공하는 전통적인 구급활동 업무뿐만 아니라 각종 장비를 이용한 인명검색 및 요구조사 구출 등의 구조활동 업무와 화재진화 보조 및 장애물 처리 등의 화재진압 활동 업무까지 모든 영역을 넘나드는 특성을 가지고 있다. 이에 구급대원은 이러한 다양한 상황을 가정한 훈련을 반복적으로 시행하고 있음에도 불구하고 임무 수행 중 근골격계 질환을 당하는 경우가 많다[1].

근골격계 질환(musculoskeletal disorders, MSDs)이란 반복적인 동작, 부적절한 작업 자세, 무리한 힘의 사용, 날카로운 면과의 신체접촉, 진동 및 온도 등의 요인에 의하여 발생하는 건강장애로서 목, 어깨, 허리, 팔, 다리의 신경 및 근육, 그 주변 신체조직 등에 나타나는 질환을 말한다[2].

조기발견, 조기치료가 늦어지면 만성화되는 경향을 가지는 질환으로 국제노동기구(International Labor Organization, ILO)에서는 1960년 공식적으로 작업관련성 근골격계 질환을 직업병으로 인정하였다[3]. 우리나라에서는 근골격계 부담 작업 유해요인을 작업방법, 작업 자세 및 반복성, 부자연스러운 또는 취하기 어려운 자세, 과도한 힘, 접촉 스트레스, 진동 등으로 정의하고 있다[4].

통계에 따른 우리나라 소방 활동 특성을 살펴보면 2015년 전체 출동건수 3,546,080건 중 구급출동이 2,535,412건(71.49%)으로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며[5], 최근 5년간 현장 활동 중 발생한 공·사상자 수 또한 화재 10명, 구조 23명에 비해 구급 26명으로 가장 많은 비중을 차지하고 있어 구급 활동 중 근골격계 질환 방지를 위한 대

책이 꾸준히 요구되어 왔다[6].

이러한 인식에서 소방청에서는 현장대응능력 향상 및 안전사고 방지라는 목표아래 1983년을 시작으로 매년 소방기술경연대회를 개최하고 있고, 구급분야는 ‘심폐소생술과 기관삽관술’ 종목과 ‘외상환자평가와 정맥로 확보’ 종목의 2종목으로 하고 있다[7]. 위 2종목은 구급현장에서 응급환자에게 나타날 수 있는 내과 및 외과적 응급처치가 필요한 대표적인 사례로서 환자처치의 통일된 가이드라인을 제시하였다. 하지만 2종목이 환자 처치에 있어서는 효과가 있으나 구급대원들의 근골격계에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 소방기술경연대회 구급분야 종목별 작업 자세에 대한 인간공학적 분석 및 위험수준 평가를 통하여 향후 구급대원의 근골격계 질환 방지를 위한 기초자료로 활용하고, 추후 종목 변경 시 개선책을 마련하는데 도움이 되고자 함이다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 실제 구급 현장에서 이루어지는 응급 처치 활동 모습에 대한 촬영이 어려워 소방기술경연대회 구급분야 2종목(심폐소생술과 기관삽관술, 외상환자평가와 정맥로 확보) 구급활동 대표 업무로 구분하였고, 훈련 중 근골격계 질환 발생과 관련이 높은 동작에 대하여 인간공학적 평가를 실시하여 근골격계 위험성을 알아보고자 하였다.

2. 연구대상 및 자료수집 방법

본 연구는 소방기술경연대회 구급분야 2종목을 대상으로 하였다. 2017년 2월 1일로부터 4월 10일

까지 경기도 재난안전본부 소속 소방기술경연대회 구급분야 참가자 6명을 대상으로 연구 필요성 및 목적에 대한 설명 후 동의를 얻어 훈련 모습을 촬영하였다. 촬영 영상과 인간공학적 평가 측정값에 대해 인간공학 전문가의 검토를 받은 후 평가도구별 위험수준을 최빈값 기준으로 제시하였다.

3. 연구도구

1) 작업자세 측정도구

(1) Ovako working posture analysing system (OWAS)

철강업 노동자들의 부적절한 작업 자세를 평가하기 위해 개발된 기법으로 작업 자세를 비디오 촬영 후 신체 부위별로 정의된 자세기준에 따라 기록해 코드화하여 분석하는 기법이다[8]. 평가는 신체부위의 굽힘과 비틀림에 따라 허리, 상지, 하지의 세 부분으로 분류한 후, 머리 자세나 하중이 가해지는 경우를 고려하여 자세를 추가로 분류할 수 있다. 이 기준에 의하여 작업 자세를 84개로 나눌 수 있으며, 여기에 하중/힘 조건 3가지를 고려하면 모두 252개의 조합이 나온다.

OWAS 분석을 위하여 작업자의 자세를 일정 간격으로 관찰하여 각 자세를 기록하여 이 자료를 분

석하는 작업 샘플링(work sampling)을 기본으로 한다. 즉, 녹화된 작업 장면을 일정간격으로 정지시키고, 작업자의 자세를 관찰하여 허리, 팔, 다리 그리고 하중/힘에 해당하는 코드를 체크하여 활동 범주(Action category, AC)값을 구한다. 작업 자세 측정 간격(sampling interval)은 작업의 특성에 따라 달라질 수 있다. 작업의 특성상 작업 자세가 자주 바뀌는 작업의 경우에는 5-10초 이내의 짧은 측정 간격을 이용하는 것이 바람직하며, 작업 자세가 자주 바뀌지 않고 지속시간이 긴 경우에는 10초 이상 상대적으로 긴 측정 간격을 설정하는 것이 좋다. 분석은 먼저 신체부위별로 각 코드의 비율을 조사 한 후 각 작업 자세를 4가지 위험수준으로 나눈 기준에 따라 분류한다(Table 1).

(2) Rapid entire body assessment (REBA)

작업관련성 근골격계 질환과 관련한 유해인자에 대한 개인 작업자의 노출정도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었으며, 특히 간호사 등과 같이 예측하기 힘든 다양한 자세에서 이루어지는 서비스업의 전체적인 신체에 대해 부담 정도와 유해인자의 노출 정도를 분석하기 위해 개발되었다[9]. 평가대상이 되는 주요 작업요소는 반복성, 정적 작업, 힘, 작업 자세, 연속작업 시간 등이 있다.

작업 자세 평가를 위해 디지털 카메라나 캠코더

Table 1. OWAS* action categories for prevention

Score	1	2	3	4
Action category	1	2	3	4
Explanation	Normal and natural postures with no harmful effect on the musculoskeletal system	Posture with some harmful effect on the musculoskeletal system	Postures have a harmful effect on the musculoskeletal system	The load caused by these postures has a very harmful effect on the musculoskeletal system
Corrective measure	No action required	Corrective actions required in the near future	Correction actions should be done as soon as possible	Corrective actions for improvement required immediately

*OWAS: Ovako working posture analysing system

를 가장 많이 사용하며 컴퓨터로 촬영을 할 경우 좌우 3 사이클 이상을 촬영한다. 실제 평가는 REBA 평가 용지를 이용하여 단계적으로 항목들을 기록하고 점수를 산출한다.

허리, 목, 다리의 자세분석을 위하여 분석표를 이용한 점수(A)를 찾고, 무게/힘에 대한 점수를 더하여 Score C를 구한다. 팔과 팔목에 대한 자세 분석은 분석표를 이용한 점수(B)를 찾고, 손잡이에 대한 점수를 더하여 Score D를 구한다. 이 점수는 다시 분석표에서 환산 점수(convert score)를 구한 후, 행동점수표의 점수와 더해져 최종적으로 REBA 점수가 계산이 된다<Table 2>.

(3) 작업 샘플링(Work sampling)

작업 샘플링 기법이란 통계적인 샘플링 방법을 이용하여 근로자의 활동, 기계의 활동, 물건의 시간적 추이 등의 상황을 통계적, 계수적으로 파악하는 작업 측정의 한 수단이다[10]. 또한, 관측방법이 간단하고, 근로자가 의식적으로 행동하는 일이 적어 결과 신뢰도가 높다는 장점이 있어 사업장에서의 동작분석, 표준작업시간, 여유비율, 가동률 산정 및 업무개선과 정원 설정 등에 자주 활용되는 방법이다[11].

작업 샘플링 기법은 근로자의 작업과정에서 극단적인 자세만으로 측정하여 작업 자세 전체를 대표하지 못하는 한계를 가지고 있는 단면분석법의

단점을 보완하였다. 근골격계 질환은 불편한 작업 자세에서의 반복 작업이 큰 영향을 미치는 질환이므로 작업에 대한 빈도 및 비율을 정확히 반영하기 위해 단면분석의 ‘최댓값’ 보다 작업 샘플링 기법의 ‘최빈값’ 을 사용하는 것이 더 적절하다[12].

2) 비디오 촬영 측정 도구

측정 대상 작업은 디지털 캠코더(DCR-DV505, Sony)와 디지털 카메라(5D, Canon), 휴대폰(Galaxy note 5, Samsung)을 이용하여 촬영하였다.

4. 분석방법

촬영된 훈련 영상을 인간공학 전문가의 검토를 받았다. 검토 결과 근골격계 질환은 불편한 작업 자세에서의 반복 작업이 큰 영향을 미치는 질환이므로 훈련 중목별 작업에 대한 빈도 및 비율을 정확히 반영하기 위해 단면분석의 ‘최댓값’ 보다 작업 샘플링 기법의 ‘최빈값’ 을 사용하는 것이 더 적절하다는 의견을 반영하였다. 소방기술경연대회 훈련을 일정한 간격을 정지하여 관찰하는 작업 샘플링(work sampling)법을 사용하여 2종목 38동작 91정지 영상으로 구분하였고, 훈련 내용이 모두 동적인 과정임을 감안하여 인간공학적 평가기법인 OWAS 및 REBA를 활용하여 평가하였다.

Table 2. REBA* Action categories for prevention

Score	1	2-3	4-7	8-10	11-15
Action Category	0	1	2	3	4
Explanation	No action is considered necessary	Further action may be needed if it is indicated by other information	Further action is considered to be ‘necessary’	Further action is considered to be necessary soon	Further action is considered to be necessary now
Corrective measure	Negligible	Low	Medium	High	Very high

*REBA: Rapid entire body assessment

Ⅲ. 연구결과

1. 종목별 작업 자세 평가

1) 심폐소생술과 기관삽관술

심폐소생술과 기관삽관술 종목의 5초 간격 샘플링에 의한 작업 자세는 총 16개 동작 51개 정지 영상이었다(Fig. 1).

OWAS점수 2점 이상(위험수준 2단계 이상)으로 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 34개였



Fig. 1. Work sampling of cardiopulmonary resuscitation and intubation. (interval: 5 seconds)

고, REBA 점수 4점 이상(위험수준 2단계 이상)으로 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 44개였다. OWAS와 REBA 모두에서 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 32개였다(Table 3).

가장 근골격계 위험이 높은 동작은 OWAS로 보

면 최빈값 4점인 ‘반응(의식)평가’, ‘호흡 및 맥박 확인’, ‘환자평가’, ‘청진’, ‘튜브고정’ 동작이었고, REBA로 평가했을 때는 최빈값 11점인 ‘심폐소생술(가슴압박)’ 동작이었다(Table 4).

Table 3. Measurement of cardiopulmonary resuscitation and intubation

Action description	Action sequence	OWAS		REBA	
		Formula*	Score (Level)	Formula†	Score (Level)
Field assessment	1	1,1,2,1	1(1)	(1,1,1)+0=A(1), (1,2,1)+0=B(1), C(1)+0=1	1(1)
Response(mental) assessment	2	4,1,6,1	4(4)	(2+1,1+1,1+2)+0=A(6), (1,2,1)+0=B(1), C(6)+0=6	6(2)
Respiration & pulse check	3	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1+1,1+2)+0=A(7), (1,2,2)+0=B(2), C(7)+1=8	8(3)
CPR start & AED attachment	4	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+2=10	10(3)
	5	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+2=10	10(3)
Patient analysis	6	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (3+1,2,1)+0=B(5), C(4)+0=4	4(2)
Defibrillation	7	1,1,6,1	1(1)	(2,1,1+2)+0=A(4), (1,2,1)+0=B(1), C(3)+0=3	3(1)
CPR(chest compression)	8	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	9	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	10	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	11	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	12	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	13	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	14	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	15	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	16	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	17	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	18	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	19	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	20	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	21	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	22	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
Patient analysis	23	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (3+1,2,1)+0=B(5), C(4)+0=4	4(2)
Defibrillation	24	1,3,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (2,1,1)+0=B(1), C(2)+0=2	2(1)
CPR(chest compression)	25	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	26	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	27	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3), (1+1,1,1)+0=B(1), C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	28	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)
	29	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6), (3,2,2+1)+0=B(5), C(8)+3=11	11(4)

*Formula: (back, arm, leg, weight)

†Formula: (trunk, neck, leg) + weight = A score / (upper arm, lower arm, wrist) + handle = B score
C score + activity score = REBA score

CPR: cardiopulmonary resuscitation, AED: automated external defibrillator

Table 3. Measurement of cardiopulmonary resuscitation and intubation (continued)

Action description	Action sequence	OWAS		REBA			
		Formula [*]	Score (Level)	Formula [†]		Score (Level)	
CPR(respiration)	30	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1+1,1,1)+0=B(1),	C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	31	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	32	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(chest compression)	33	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1+1,1,1)+0=B(1),	C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	34	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	35	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	36	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1+1,1,1)+0=B(1),	C(2)+3=5	5(2)
CPR(chest compression)	37	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(chest compression)	38	2,1,6,1	2(2)	(3,1,1+2)+1=A(6),	(3,2,2+1)+0=B(5),	C(8)+3=11	11(4)
CPR(respiration)	39	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1+1,1,1)+0=B(1),	C(2)+3=5	5(2)
Patient analysis	40	1,3,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(3+1,2,1)+0=B(5),	C(4)+0=4	4(2)
Patient assessment	41	4,1,6,1	4(4)	(2+1,1+1,1+2)+0=A(6),	(1,2,1)+0=B(1),	C(6)+0=6	6(2)
Intubation preparation	42	1,1,6,1	1(1)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1,1,1)+0=B(1),	C(2)+0=2	2(1)
	43	4,1,6,1	4(4)	(2+1,1+1,1+2)+0=A(6),	(1,2,1)+0=B(1),	C(6)+0=6	6(2)
Intubation posture	44	2,1,6,1	2(2)	(2,2,1+2)+0=A(5),	(1,2,1)+0=B(1),	C(4)+0=4	4(2)
	45	2,1,6,1	2(2)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1,1,1)+0=B(1),	C(2)+0=2	2(1)
Intubation insertion	46	2,1,6,1	2(2)	(3,2,1+2)+0=A(6),	(1,1,1)+0=B(1),	C(6)+0=6	6(2)
	47	2,1,6,1	2(2)	(3,2,1+2)+0=A(6),	(1,1,1)+0=B(1),	C(6)+0=6	6(2)
Bag valve mask (BVM) ventilation	48	2,1,6,1	2(2)	(1,1,1+2)+0=A(3),	(1,1,1)+0=B(1),	C(2)+0=2	2(1)
Auscultation	49	4,1,6,1	4(4)	(2+1,1,1+2)+0=A(5),	(2,1,1)+0=B(1),	C(4)+0=4	4(2)
Tube fixing	50	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1+1,1+2)+0=A(7),	(3+1,1,1)+0=B(4),	C(8)+0=8	8(3)
Transfer decision	51	2,1,6,1	2(2)	(2,1,1+2)+0=A(4),	(1,1,1)+0=B(1),	C(3)+0=3	3(1)

Formula: (back, arm, leg, weight)

[†]Formula: (trunk, neck, leg) + weight = A score / (upper arm, lower arm, wrist) + handle = B score

C score + activity score = REBA score

CPR: cardiopulmonary resuscitation

Table 4. Mode, maximum, mean of cardiopulmonary resuscitation and intubation

Action	Number of Static Images	OWAS			REBA		
		Mode	Maximum	Mean	Mode	Maximum	Mean
Field assessment	1	1	1	1	1	1	1
Response (mental) assessment	1	4 [*]	4	4	6 [†]	6	6
Respiration & pulse check	1	4 [*]	4	4	8 [†]	8	8
CPR start & AED attachment	2	2 [*]	2	2	10 [†]	10	10
Patient analysis	3	1	1	1	4 [†]	4	4
Defibrillation	2	1	1	1	2,3	3	2,5
CPR(chest compression)	20	2 [*]	2	2	11 [†]	11	11
CPR(respiration)	10	1	1	1	5 [†]	5	5
Patient assessment	1	4 [*]	4	4	6 [†]	6	6
Intubation preparation	3	1,2,4 [*]	4	2,3	2,4,6	6	4
Intubation posture	1	2 [*]	2	2	2	2	2
Intubation insertion	2	2 [*]	2	2	6 [†]	6	6
Bag valve mask ventilation	1	2 [*]	2	2	2	2	2
Auscultation	1	4 [*]	4	4	4 [†]	4	4
Tube fixing	1	4 [*]	4	4	8 [†]	8	8
Transfer decision	1	2 [*]	2	2	3	3	3

^{*}OWAS(Risk level 2 or higher): need to improve working posture

[†]REBA(Risk level 2 or higher): need to improve working posture

2) 외상환자평가와 정맥로 확보

외상환자평가와 정맥로 확보 중목의 10초 간격 샘플링에 의한 작업 자세는 총 22개 동작 40개 정지 영상이었다(Fig. 2).

OWAS점수 2점 이상(위험수준 2단계 이상)으로 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 37개였고, REBA 점수 4점 이상(위험수준 2단계 이상)으로 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 39개였다. OWAS와 REBA 모두에서 작업 자세 교정이 필요한 정지 영상 수는 37개였다(Table 5).

근골격계 위험이 가장 높은 동작은 OWAS로 보

면 최빈값 4점인 ‘의식확인’, ‘산소 공급 및 머리검진’, ‘목 검진’, ‘목 고정’, ‘흉부검진 모니터링’, ‘복부검진’, ‘팔 검진’, ‘골반검진’, ‘환자고정 II’ 동작이었고, REBA로 평가했을 때는 최빈값 11점인 ‘환자이동’, ‘이송결정’ 동작이었다(Table 6).

IV. 고 찰

119구급대원의 현장 활동은 환자처치 및 상담, 이송으로 구분되며 모든 과정을 대부분 2명의 대



Fig. 2. Work sampling of trauma patient assessment and intravenous injection. (interval: 10 seconds)

Table 5. Measurement of trauma patient assessment and intravenous injection

Action description	Action sequence	OWAS		REBA	
		Formula *	Score (Level)	Formula †	Score (Level)
Field stability	1	1,1,2,1	1(1)	(1,1,1)+1=A(1), (1,2,1)+0=B(1), C(1)+0=1	1(0)
Head immobilization	2	2,1,6,1	2(2)	(4,2,1+2)+0=A(7), (3-1,1,1)+0=B(1), C(7)+1=8	8(3)
Mental assessment	3	4,1,6,1	4(4)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Respiration & pulse check	4	2,1,6,1	2(2)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Oxygen apply & head check	5	4,1,6,1	4(4)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
	6	2,1,6,1	2(2)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Neck check	7	4,2,6,1	4(4)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Neck immobilization	8	4,1,6,1	4(4)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
	9	4,2,6,1	4(4)	(4+1,1+1,1+2)+0=A(8), (3,1,1)+0=B(3), C(8)+1=9	9(3)
	10	4,1,6,1	4(4)	(4+1,2+1,1+2)+0=A(9), (3-1,2,1)+0=B(2), C(9)+1=10	10(3)
chest monitoring	11	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	12	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	13	1,1,6,1	1(1)	(1+1,1,1+2)+0=A(4), (1,1,1)+0=B(1), C(3)+1=4	4(2)
	14	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	15	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
Abdominal check	16	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	17	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
Arms check	18	4,1,6,1	4(4)	(2+1,2+1,1+2)+0=A(7), (1,2,1)+0=B(1), C(7)+1=8	8(3)
	19	4,1,6,1	4(4)	(2+1,2+1,1+2)+0=A(7), (1,2,1)+0=B(1), C(7)+1=8	8(3)
Pelvic check	20	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
Legs check	21	2,1,6,1	2(2)	(4,2,1+2)+0=A(7), (3,2,1)+0=B(4), C(8)+1=9	9(3)
	22	2,1,6,1	2(2)	(4,2,1+2)+0=A(7), (3,2,1)+0=B(4), C(8)+1=9	9(3)
Patient surveillance & log roll	23	2,1,6,1	2(2)	(4,2,1+2)+0=A(7), (3-1,2,1)+0=B(2), C(7)+1=8	8(3)
	24	2,1,6,1	2(2)	(1,1,1+2)+2+1=A(6), (1-1,1,1)+2=B(3), C(6)+1=7	7(2)
Back check	25	2,1,6,1	2(2)	(2+1,1+1,1+2)+2=A(8), (1-1,1,1)+2=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Patient immobilization I	26	2,1,6,1	2(2)	(2+1,1+1,1+2)+2=A(8), (1-1,1,1)+2=B(3), C(8)+1=9	9(3)
Patient movement	27	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2,2,1)+0=B(2), C(6)+1=7	7(2)
	28	2,1,4,1	3(3)	(4,2,1+1)+2+1=A(9), (3-1,2,1)+2=B(4), C(10)+1=11	11(4)

*Formula: (back, arm, leg, weight)

†Formula: (trunk, neck, leg) + weight = A score / (upper arm, lower arm, wrist) + handle = B score
C score + activity score = REBA score

Table 5. Measurement of trauma patient assessment and intravenous injection (continued)

Action description	Action sequence	OWAS		REBA	
		Formula *	Score (Level)	Formula †	Score (Level)
Equipment verification & fluid preparation	29	2,1,6,1	2(2)	(2+1,1,1+2)+0=A(5), (1,1,1)+0=B(1), C(4)+1=5	5(2)
	30	2,1,6,1	2(2)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	31	2,1,6,1	2(2)	(4,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
IV & fluid connection	32	2,1,6,1	2(2)	(4,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	33	2,1,6,1	2(2)	(4,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	34	2,1,6,1	2(2)	(4,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
Fracture treatment	35	2,1,6,1	2(2)	(2,1,1+2)+1=A(5), (2-1,1,1)+2=B(3), C(4)+1=5	5(2)
	36	2,1,6,1	2(2)	(2,1,1+2)+1=A(5), (2-1,1,1)+2=B(3), C(4)+1=5	5(2)
Patient immobilization II	37	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
Transfer decision	38	4,1,6,1	4(4)	(3+1,1,1+2)+0=A(6), (2-1,1,1)+0=B(1), C(6)+1=7	7(2)
	39	2,1,2,3	3(3)	(3,1,1+2)+2+1=A(8), (2+1,2,2)+2=B(7), C(10)+1=11	11(4)
Transfer	40	1,1,2,3	1(1)	(1,1,1)+2+1=A(4), (1-1,1,2)+2=B(4), C(4)+1=5	5(2)

*Formula: (back, arm, leg, weight)

†Formula: (trunk, neck, leg) + weight = A score / (upper arm, lower arm, wrist) + handle = B score
C score + activity score = REBA score

Table 6. Mode, maximum, mean of trauma patient assessment and intravenous injection

Action	Number of Static Images	OWAS			REBA		
		Mode	Maximum	Mean	Mode	Maximum	Mean
Field stability	1	1	1	1	1	1	1
Head immobilization	1	2*	2	2	8 [†]	8	8
Mental assessment	1	4*	4	4	9 [†]	9	9
Respiration & pulse check	1	2*	2	2	9 [†]	9	9
Oxygen apply & head check	2	2,4*	4	3	9 [†]	9	9
Neck check	1	4*	4	4	9 [†]	9	9
Neck immobilization	2	4*	4	4	9 [†]	9	9
chest monitoring	6	4*	4	3,5	7 [†]	10	7
Abdominal check	2	4*	4	4	7 [†]	7	7
Arms check	2	4*	4	4	8 [†]	8	8
Pelvic check	1	4*	4	4	7 [†]	7	7
Legs check	2	2*	2	2	9 [†]	9	9
Patient surveillance & log roll	2	2*	2	2	7,8 [†]	8	7.5
Back check	1	2*	2	2	9 [†]	9	9
Patient immobilization I	2	2,4*	4	3	7,9 [†]	9	8
Patient movement	1	3*	3	3	11 [†]	11	11
Equipment verification & fluid preparation	2	2*	2	2	5,7 [†]	7	6
IV & fluid connection	4	2*	2	2	7 [†]	7	7
Fracture treatment	2	2*	2	2	5 [†]	5	5
Patient immobilization II	2	4*	4	4	7 [†]	7	7
Transfer decision	1	3*	3	3	11 [†]	11	11
Transfer	1	1	1	1	5 [†]	5	5

*OWAS(Risk level 2 or higher): need to improve working posture

[†]REBA(Risk level 2 or higher): need to improve working posture

원이 처리하게 된다. 구급현장은 주택뿐만 아니라 산, 바다, 강, 고속도로 등의 다양한 장소에서 발생하며 때로는 붕괴, 매물, 화염, 매연, 협소 공간 등의 불안정성을 동반하는 생명을 위협하는 위험한 곳일 수도 있다. 이로 인해 각종 장비 사용, 환자 들기 및 내리기, 당기기 등의 부적절한 작업 자세 특성으로 인해 근골격계 질환을 많이 호소한다 [13].

2012년도에 실시한 소방공무원 특수건강진단 자료를 살펴보면 소방공무원의 47.5%(16,714명)가 건강관리 대상자로 분류되어 일반근로자 28.3%(308,169명)에 비해 약 20%가량 높은 수치

였으며[14], 2010년부터 2014년까지 소방공무원 총 공상자 1,596명중 구급활동 중 다친 대원이 374명(23%)으로 가장 많았다[15].

따라서 본 연구에서는 119구급대원의 근골격계 위험도를 평가하기 위해 소방기술경연대회 구급종목을 활용한 인간공학적인 분석 및 위험수준 평가를 실시하였다.

16개 동작으로 구성된 심폐소생술과 기관삽관술 종목에서 OWAS 최빈값 2점 이상, REBA 최빈값 4점 이상으로 작업 개선이 필요한 동작은 ‘반응(의식) 평가’, ‘호흡 및 맥박확인’, ‘심폐소생술(cardiopulmonary resuscitation, CPR) 실시 및

자동제세동기 (automated external defibrillator, AED) 패드 부착', '심폐소생술(가슴압박)', '환자평가', '기도삽관', '청진', '튜브고정'의 8동작이었다.

22개 동작으로 구성된 외상환자평가와 정맥로 확보 종목에서 OWAS 최빈값 2점 이상, REBA 최빈값 4점 이상으로 작업 개선이 필요한 동작은 '머리고정', '의식확인', '호흡 및 맥박확인', '산소공급 및 머리검진', '목 검진', '목 고정', '흉부검진 및 모니터링', '복부검진', '팔 검진', '골반검진', '다리검진', '환자감시 및 통나무굴리기', '등 평가', '환자고정 I', '환자이동', '물품확인 및 수액준비', '정맥천자 및 수액연결', '골절처치', '환자고정 II', '이송결정'의 20동작이었다.

소방기술경연대회 구급분야 훈련종목은 대부분 동작에서 근골격계 위험성이 높아 개선이 필요하였다.

특히, 심폐소생술과 기관삽관술 종목에서 '심폐소생술(가슴압박)' 동작은 OWAS 최빈값 2점(위험수준 2단계), REBA 최빈값 11점(위험수준 4단계)으로 빠른 시일 내 개선이 필요하였고, 외상환자평가 및 정맥로 확보 종목에서 '환자이동' 및 '이송결정' 동작도 OWAS 최빈값 3점(위험수준 3단계), REBA 최빈값 11점(위험수준 4단계)으로 빠른 시일 내 개선이 필요한 동작이었다.

위 3동작에 대한 유해요인을 보면 '심폐소생술(가슴압박)' 동작은 양 무릎을 본인의 어깨 넓이만큼 일정한 간격으로 벌리고 꿇어 앉아 허리를 45도 이상 앞으로 숙인 채로, 두 손을 각지 끼어 손바닥을 환자의 가슴 복장뼈 1/2지점 아래쪽을 분당 100-120회 속도(5-6cm 깊이)로 압박하는 동작이다. 이렇게 되면 목은 뒤로 젖혀 시선이 앞을 향해 보고 있게 되며, 다리는 무릎을 90도 가량 굽혀 꿇은 자세여서 하중이 심하며, 각지를 낀 손목은 90도 이상 위로 올린 채 활동하여 손목 들림 현상이 발생하며, 한번 시작하면 가슴압박 30번을 총 5번 반복하여 체력이 많이 소모되는 특징을 가

지고 있다. 이에 허리, 손목, 목, 무릎의 신체부위에서 위험도가 높았다.

'환자이동' 동작은 2인 통나무 굴리기법을 활용하여 긴 척추고정판에 옮긴 환자를 장축 이동법으로 고정시키는 동작이다. 장축 이동법은 다음과 같다. 첫 번째 사람은 환자의 어깨, 두 번째 사람은 환자의 골반 부위에 잡고 양 팔의 힘만으로 위, 아래로 움직여 고정판 한 가운데로 이동시키는 방법이다. 이렇게 되면 허리는 90도 이상 앞으로 숙여지고, 양 어깨는 들림 현상이 심하게 발생하며, 환자 무게로 인한 손목의 부담이 심하게 나타나므로 허리, 어깨, 손목의 신체부위에서 위험도 높았다.

'이송결정' 동작은 응급처치 및 긴 척추고정판에 고정이 끝난 외상환자를 주 들것으로 이동하기 위해 환자를 들어 올리는 동작이다. 이렇게 되면 환자 및 각종 장비 등으로 60kg이 넘는 무게와 갑작스런 들어 올림 동작으로 인해 무릎, 발목, 손목과 특히 허리의 부담이 심하여 위험도가 높았다. 이는 2010년부터 2015년 7월까지 근골격계 질환으로 인한 전체 소방공무원 공무상재해 신청자 중 환자이송 작업 중 발생한 것이 27.4%로 가장 많았으며, 그중 요통이 근골격계 질환 신체부위 중 44.4%로 가장 많았다는 것과 일치하였다[16]. 또한 임수정 등[16]의 선행 연구에서 미국 NIOSH에서 산출한 중량물 들기지수(lifting index, LI)가 1을 초과하여 관리개선대책이 필요한 상황 중 하나로 환자이동(LI : 1.87), 환자 들어올리기(LI : 3.04) 작업으로 제시한 것과 맥락을 같이하였다.

이번 연구를 통해 소방기술경연대회 구급분야 종목은 근골격계에 미치는 위험도가 높았다. 이에 근골격계 질환 예방을 위해 매 훈련 실시 전·후 충분한 스트레칭을 실시하여야 하며, 근골격계 부담 동작들에 대한 사전 위험성을 알려 주어야 한다. 또한 경량화 장비개발을 통해 구급대원들의 무게 부담을 줄일 수 있도록 해야 할 것이다.

Table 7. Mode, maximum, and mean of events

Action	Number of static images	OWAS			REBA		
		Mode	Maximum	Mean	Mode	Maximum	Mean
Cardiopulmonary resuscitation and intubation	51	2	4	1.9	11	11	7.28
Trauma patient and intravenous injection	40	4	4	2.9	7	11	7.5

V. 결론 및 제언

심폐소생술과 기관삽관술 종목은 OWAS 최빈값 2점(평균값 1.9, 최댓값 4)으로 가까운 시일 내에 작업 자세 개선이 필요하며, REBA 최빈값 11점(평균값 7.28, 최댓값 11)으로 지금 즉시 작업 자세 개선이 필요하였다(Table 7).

외상환자평가와 정맥로 확보 종목은 OWAS 최빈값 4점(평균값 2.9, 최댓값 4)으로 지금 즉시 작업 자세 개선이 필요하며, REBA 최빈값 7점(평균값 7.5, 최댓값 11)으로 지금 즉시 작업 자세 개선이 필요하였다(Table 7).

결론적으로 OWAS 및 REBA 평가에서 2종목 모두 작업 자세 개선이 필요하였다. 이러한 높은 수준의 근골격계 위험도는 장소 및 날씨, 시간 변화 등에 따라 구급대원들에게 미치는 영향이 더욱 가중될 것이며 매 훈련 시 근골격계 질환 발생에 대한 관심과 관리가 필요하다. 또한 추후 종목 변경 시 산업보건 전문가의 참여가 가능토록 해야 할 것이며, 보다 효과적인 관리와 예방을 위한 소방학교 및 소방서 내 근골격계 예방프로그램을 운영하여야 할 것이다.

References

1. Hyun SH, Song YS, Lee CW. A thought on the fire fighting official selection examination. *J Korean Institute Fire Sci & Eng* 2005;19(4):80-6.
2. Kim MG, Kim KS, Ryoo JH, Yoo SW. Relationship between occupational stress and work-related musculoskeletal disorders in Korean male firefighters. *Annals of Occupational and Environmental Medicine* 2013;25(9). <https://doi.org/10.1186/2052-4374-25-9>
3. Regehr C, Hill J, Glancy GD. Individual predictors of traumatic reactions in firefighters. *J Nerv Ment Dis* 2000;188(6):333-9. <https://doi.org/10.1097/00005053-200006000-00003>
4. Kim JM, Suh BS, Kim DI, Kim WS, Cho HS, Kwon J et al. The study for musculoskeletal symptoms and job stress in firemen. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2007;17(2):111-9.
5. Yoon JH, Kim YK, Kim KS, Ahn YS. Characteristics of workplace injuries among nineteen thousand Korean firefighters. *J Korean Med Sci* 2016;31(10):1546-52. <https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.10.1546>
6. Kang SK, Kim W. Work-related musculoskeletal disorders in firefighters. *J Korean Med Assoc* 2008;51(12):1111-7. <https://doi.org/10.5124/jkma.2008.51.12.1111>
7. Lee DH, Jeon HJ, Shin DH, Chung IS, Lee MY. Association between job stress and the Minnesota multiphasic personality inventory

- in firefighters. *Korean J Occup Environ Med* 2009;21(4):324-36.
8. Karhu O, Kansu P, Kuorinka I. Correcting working posture in industry: A practical method for analysis. *Appl Ergon* 1977;8(4):199-201.
 9. S. Hignett, L. McAtamney. Rapid entire body assessment(REBA). *Appl Ergon* 2000;31(2):201-5.
 10. Myong JP, Yim HW, Kim HR, Chae JM, Jung YK, Park JI. Depression symptom features of a fire-station workers by job. *Korean J Occup Health* 2007;46(3):85-94.
 11. Jang YS, Lee TY, Bak SY. Analysis of the risk level of musculoskeletal disorders for workers at automative component factory using work sampling. *J of Korean Society of Occupational Therapy* 2008;16(4):77-88.
 12. Lee JW. Comparison study of ergonomic posture analysis-comparison of cross section analysis and work sampling. Unpublished master's thesis, Catholic University 2008, Seoul, Korea.
 13. Kim DS, Moon MK, Kim KS. A survey of musculoskeletal symptoms & risk factors for the 119 emergency medical services(EMS) activities. *J of the Ergonomics Society of Korea* 2010;29(2):211-6. <https://doi.org/10.5143/JESK.2010.29.2.211>
 14. National Human Rights Commission, A survey on human rights situation of the fire fighter 2015;1:36-38.
 15. Yoon JW. Musculoskeletal disorders of Korean fire fighters: applicants for public worker's compensation from 2011 to 2013 2016;30(3):133-7.
 16. Im SJ, Park JT, Choi SY. An ergonomic analysis for heavy manual material handling jobs by fire fighters. *Fire Sci & Eng* 2013;27(3):85-93. <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.3.085>
 17. Kim JS, Kim DS, Gil HJ, Park YS, Shin HH, Park JT. Significance and prospect of workers health center. *J Korean Med Assoc* 2014; 57(2):159-66. <https://doi.org/10.5124/jkma.2014.57.2.159>