

구급대원의 헬멧 무게에 따른 들것 들고 내릴때 근활성도에 미치는 융합 요인분석

신동민¹, 조병준², 김경용^{3*}

¹한국교통대학교 응급구조학과 교수, ²강원대학교 응급구조학과 교수, ³양평소방서 구급대장

The effects of muscle activity of ambulance workers carrying a patient on a stretcher with or without helmets

Dong-Min Shin¹, Byung-Jun Cho², Gyoung-Young Kim^{3*}

¹Professor, Dept. Emergency Medical Technology, Korea National University of Transportation,

²Professor, Dept. Emergency Medical Technology, Kangwon National University

³Fire Fighter, YangPyeong Fire Station

요 약 본 연구는 구급대원 12명이 참여하여 나누어 근전도를 측정하였다. 헬멧을 착용하지 않는 경우, 920g 헬멧을 착용한 경우, 1310g 헬멧을 착용한 경우로 나누어 근전도를 측정하였다. 머리와 목의 좌우 움직임에서는 반대쪽(흉쇄 유돌근)는 근 활성도가 높았고, 굴곡과 과신전(흉쇄유돌근, 판상근)시 근 활성도는 유의성이 없었다. 특히 긴척추고정판에 무게를 싣고 들어올리거나 내릴때의 세모근과 척추 기립근은 헬멧 유무에 따라 근전도 활성에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 구급대원들이 긴척추고정판을 이용하여 환자를 들어올리거나 내릴때는 머리와 목의 각도를 좌우로만 움직이지 않는다면 새로 개발한 스마트 헬멧은 대원들의 목 주위의 근육에 영향을 주지 않는다고 사료 된다. 척추기립근이나 세모근의 경우는 각도가 커짐에 따라 허리와 등근육은 동작을 좌우하는 근육에서 근전도 활성이 높게 나타났다고 사료된다. 그렇지만 기존의 파워리프팅(들어올리는 동작)동작에서 허리를 가능한 곳곳히 세우는 규칙을 지킨다면 요추 주위의 근육 및 골격계 질병에 대한 대처를 할 수 있다고 생각된다.

주제어 : 구급대원, 근육, 파워리프팅, 근골격계, 근활성도, 헬멧

Abstract Electromyogram was measured in three different cases; not wearing of a helmet, wearing of a 920g helmet, and wearing of a 1310g helmet, and it was revealed that there was a high level of muscle activities on the opposite side (sternocleidomastoid muscle) while the head and the neck were moving right and left and muscle activities of the curve and of the hyperextension were found to be not significant. Especially, the presence of a helmet seemed to cause a difference in a level of muscle activities on the deltoid and erector spine muscles while lifting or lowering with a weight placed on the deniz backboard. Therefore, it would be possible to assume that this newly developed smart helmet would not affect muscles around the necks of paramedics if they do not move their necks and heads right and left while lowering or lifting a patient using the deniz backboard. In addition, in case of the deltoid and erector spine muscles, it is shown that an increase in the degree of movement could lead to an increase in the level of muscle activities on the muscles controlling of the corresponding action, which are waist and back muscles. Despite it, it would be possible to prevent possible injuries and/or muscular and skeletal diseases around the lumbar by fully complying with a basic rule of straightening of the waist while making a power-lifting motion.

Key Words : Paramedic, Muscle, Powerlifting, Musculoskeletal, Level of Muscle Activity, Helmet

*This research was supported by the Fire Fighting Safety & 119 Rescue Technology Research and Development Program funded by the Ministry of Public Safety and Security ("MPSS--2015-83").

*Corresponding Author : Gyoung-Young Kim (1021hk@hanmail.net)

Received November 28, 2018

Revised January 3, 2019

Accepted January 20, 2019

Published January 28, 2019

1. 서론

소방공무원으로 일할 때 화재사고와 생활안전과 관련된 현장에는 항상 헬멧을 착용하고 업무를 실행해야 한다. 해외의 경우 재난안전용 소방헬멧은 IT 기술에 힘입어 새로운 헬멧을 선보이고 있으며[1], 사회재난과 자연재난에 대한 R/D 용역사업이 다양한 분야에 이루어지고 있다. 재난과 소방 용역 사업에는 큰 비용이 들어 가고 있으며, 스마트 헬멧에 관한 용역사업도 진행되고 있다[2]. 헬멧은 머리부분을 물건의 충돌로부터 충격, 높은 건물에서 넘어질 경우로부터 발생하는 충격, 화재사고 등, 다양한 오염물질 등으로부터 방어해준다[3].

다양한 화재현장 및 각종 사고현장에서 작업하고 있는 소방관은 머리부터 발끝까지 온도, 연기, 압력 등에 의해 피해를 막아야 하며 업무의 효율성을 개선을 하기 위한 많은 소방기기를 이용하지만, 무엇보다도 소방공무원의 현장 안전이 확보되어야 소방관련 일들도 할 수 있기 때문에 소방공무원의 개인기기의 개선 및 최신기기는 기술향상의 주제가 될 수 있다[1].

사회재난이나 자연재난에 의한 극한 사고현장환경에 따른 재난 시 통신으로 인체의 안전을 담당하는 최첨단 IT 기술을 통한 외부와의 대화 방식의 변화 등이 나타나고 있다. 이러한 변화에 대응하기 위한 고난도 스마트 기기 및 첨단 기기개발 사업이 연구되고 있다.

이 연구는 소방현장에서 소방관들이 상황실 및 총괄팀으로부터 실외 정보에 대한 대략적인 자료를 제공받는데 한계가 있어 현장 업무와 사고 반응에 다양한 문제점을 가지고 있다. 최근 소형화 경량화, 신뢰성 확보가 가능한 스마트 디바이스 분야의 요소기술과 ICT 플랫폼 기술을 이용하여 현장 소방관들에게 현장에 대한 다양한 정보를 제공하고, 사고현장 정보를 총괄팀에 실시간 제공이 가능해짐에 따라 대량재난 및 사고현장의 고열, 방수 등의 환경을 부합하면서도 기존장비와 융합되는 형태에 모듈형 웨어러블 플랫폼 개발의 요구사항을 만족하기 위해서 본 연구에서 새로운 헬멧을 개발 하였다. 소방관이 착용하는 보호장구류는 약 20kg에 무게의 가 중화를 시키는 반면 헬멧은 1.4kg 이하로 약 7%의 무게중량을 보인다. 현재 국내의 소방용 헬멧은 크게 2가지인 진압헬멧 및 구조헬멧으로 구분되고 있다[4]. 진압헬멧은 화재진압·구급·화재조사시 소방관이 착용하는 형태고 구조헬멧은 화재진압·구조 등 모든 현장에서 사용가능한 Type

1형태의 헬멧과 화재교육 및 화재가 동시에 발생되지 않는 일반구조업무현장에서 이용 가능한 Type 2형태가 있다[4].

Type 1형태의 헬멧 무게는 물받이를 포함하여 1.4kg 이하이며 Type 2의 경우 0.8 kg 이하이어야 한다. 구조헬멧은 진압헬멧으로도 사용될 수 있으나 진압헬멧은 구조헬멧으로 사용할 수는 없다[5].

매 순간 작업 시 헬멧을 사용해야하는 응급구조사에게 목, 어깨 등 근골격계 증상도 대두되고 있다. 구조 및 구급대원의 헬멧의 무게는 약 500g - 1200g 정도로 다양하지만 목, 어깨 주위의 소근육으로 머리뿐만 아니라 헬멧을 지탱하기에는 적지 않은 무리가 따르게 된다. 또한 응급구조사 특성상 헬멧을 착용한 뒤 정적인 동작보다는 구보, 들어 나르기 등 동적인 동작이 많이 요구되기 때문에 헬멧의 무게보다 더 큰 부하가 발생하게 된다.

헬멧에 대한 연구논문은 많지 않지만, 연구의 대부분은 오토바이용 헬멧, 스포츠나 소방, 가스용 헬멧에 대한 연구는 부족한 실정이다. 연구의 대부분은 머리의 안전을 보장할 수 있는 충돌시험 연구가 대부분이다[6].

또한 응급구조사들의 근골격계 질환에 대해 최근 연구활동이 다양하게 이루어지고 있지만 대부분 설문조사에 의한 연구로 객관적인 질환의 원인 규명하기에는 다소 무리가 따른다.

하지만 객관적으로 동작을 규명할 수 있는 근활성도를 분석할 수 있는 EMG 연구는 부족한 실정이다. 헬멧의 무게차이와 착용 유무에 따라 들것 들기에 관한 연구는 아직 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 구급대원들의 기존 헬멧과 스마트 헬멧의 두가지 무게와 헬멧이 없을 경우 환자를 긴척추 고정판에 올려놓고 들어올리는 동작에 따른 근활성도 차이를 규명하고, 새로 제시하는 스마트 헬멧 무게가 신체 근골격계에 미치는 영향을 알아보자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 근골격계 관련 질환이나 외과적 수술이력이 없고, 신경학적 병력이 없으며, 관절가동범위에 문제가 없는 구급대원 12명이 참여하여 들것 들기를 실시하였다. 연구대상은 헬멧을 착용하지 않는 경우, 920g 헬멧

을 착용한 경우, 1310g 헬멧을 착용한 경우로 나누어 근전도를 측정하였다. 측정시기는 3일을 거쳐 충분한 휴식을 취한 후 총 3회를 실시하였다. 모든 대상자는 연구의 목적 및 방법에 대해 이해를 하였으며, 자의적인 동의를 얻은 후 연구에 참가하였다. 실험대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical characteristics

Items	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI(body mass index)
Mean±SD	27.0±1.54	174.0±5.12	74.34±9.76	74.34±9.76

2.2 측정도구 및 방법

본 연구에서 피험자들이 들어올린 무게는 긴 척추고 정판 6.1Kg과 환자 몸무게 58Kg, 총 무게 64.1Kg을 들어 올렸다. 한명이 32.5Kg의 무게를 들어 올렸으며 다리쪽에서 들어 올린 피험자만 동작분석을 하였다. 비대칭인 물체의 무게 중심은 실에 추를 매달아 연직선을 2개 그어 두 직선이 만나는 곳을 찾는 방법으로 무게중심을 찾았다. 실공간의 좌표계의 설정(Reference Frame)은 대상자가 들것을 바라보는 방향을 Y축, 지면에 대하여 수직방향을 Z축으로 하고 Z축에서 Y축으로의 벡터의 외적(Cross Product)을 X축으로 하였다.



Fig. 1 .Electrode attachment position

근육의 활성도를 측정하기 위해 Telomyo DTS(Noraxon Inc., USA)를 이용하여 상체 근육의 근전도 신호를 측정하였다. 자료가 정리된 근전활성도 아날

로그 신호를 Telomyo DTS로 보내서 디지털 신호로 전환한 다음 컴퓨터 CR-XP Master program(Noraxon Inc., USA)을 이용하여 필터링과 기타 신호 처리를 하였다.

근전도 신호의 표본 추출률은 100Hz이었고, 20-250Hz의 대역 필터(band pass filter)와 잡음을 제거하기 위해 60Hz 노치필터(Notch filter)를 이용하였다. 모집된 신호는 완파 정류(Full wave rectification)한 후 실효평균값(Root mean square, RMS)처리하였다. 표면전극 부착부위에서 피부저항을 감소시키기 위해 면도기로 털을 제거하고, 가는 사포로 3~4회 문지른 다음 알코올 솜으로 문질러 피부각질층을 제거했다. 두 전극 사이를 2cm로 유지하여 부착하였다. 해당 근육과 전극 부착부위는 Table 2와 같다.



Fig. 2. Muscle activity mesure and position of upper body when lowering the stretcher



Fig. 3. Muscle activity mesure and position of upper body when lifting the stretcher

Table 2. Electrode attaching position

Sternocleidoma stoid	Splenius	Trapezius muscle	Backbone erector
Rt_SCM	Rt_CervicalPS	Rt_Trapezius	Rt_Erectorspinae
Lt_SCM	Lt_CervicalPS	Lt_Trapezius	Lt_Erectorspinae

긴 척추고정관은 척추고정관, 머리고정끈, 머리패드, 벨트로 구성 되어 있다. 무게는 6.1Kg, 크기는 183 X 42 X 4.4cm, 최대하중은 275 kg, 제조사로는 미국/Ferno 이다. 소방관 구조헬멧은 화재 및 구조활동현장에서 일어나는 여러 위험요소로부터 소방관의 목, 머리부위, 안면상부를 보호함을 헬멧 이다. 중량은 920g, 크기는 64 cm, 색상은 녹색 이다. 신속하게 착용 및 사이즈 조절 가능하며,

3방향에서 끈을 조절할 수 있어 안정성과 완벽한 고정력 있으며, 제조사는 한국/(주)산청 이다. 이 헬멧의 목표는 크게 세 가지로 구분되며, 각각은 재난 상황에서 요구조사 및 구조대원의 위치 및 상태파악이 가능한 센서 융합 기술 개발, 통신 및 디스플레이 개발, 현장 편리성 기술 개발을 하나로 통합한 스마트 센서융합 소방헬멧 개발을 목표로하는 스마트 헬멧을 개발 하는 것이다. 무게는 1310g으로 구조, 구급대원들이 지상에서 환자 찾고 치료하는데 있으며 환자 정보와 본인의 정보를 현장본부에 전송하는 목적으로 개발하였다.

2.3 자료처리 및 분석방법

데이터 수집은 실험에 참가한 36명의 구조 및 구급대원들을 대상으로 헬멧 착용전 · 후 상황에서 따라 들것을 들어올리기, 내리기를 실시하였고, 이때 목, 어깨, 허리의 각도와 Rt_SCM, Lt_SCM, Rt_CervicalPS, Lt_CervicalPS,

Table 3. The 8 muscle activity when head and neck bending posture with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	4.4342	.38099	.778	.467
	920g	12	4.3450	.37687		
	1310g	12	4.5433	.41141		
	Total	36	4.4408	.38758		
Rt_SCM	None	12	50.0333	5.13691	47.280	.000
	920g	12	74.1950	7.81039		
	1310g	12	74.1917	7.79481		
	Total	36	66.1400	13.41565		
Lt_Splenius_captitis	None	12	12.2692	3.93116	.484	.621
	920g	12	13.1958	4.23590		
	1310g	12	13.9358	4.30194		
	Total	36	13.1336	4.09765		
Rt_Splenius_captitis	None	12	6.6467	.55950	1.423	.255
	920g	12	6.8675	1.05381		
	1310g	12	14.5500	22.60469		
	Total	36	9.3547	13.22603		
Lt_Trapezius	None	12	3.8808	.92662	1.589	.219
	920g	12	4.6017	2.16683		
	1310g	12	3.5767	.85213		
	Total	36	4.0197	1.47096		
Rt_Trapezius	None	12	3.2617	.31900	.735	.487
	920g	12	3.1108	.48573		
	1310g	12	3.3392	.56835		
	Total	36	3.2372	.46573		
Lt_Erector_spinae	None	12	6.3217	.79000	.282	.756
	920g	12	6.3933	1.74102		
	1310g	12	5.9350	2.02571		
	Total	36	6.2167	1.57485		
Rt_Erector_spinae	None	12	5.1175	1.20117	1.056	.359
	920g	12	7.6192	4.13665		
	1310g	12	75.2692	232.35526		
	Total	36	29.3353	134.38738		

Rt_Trapezius, Lt_Trapezius Rt_Erectorspinae, Lt_Erectorspinae의 상체 근육을 비교하였다.

수집된 데이터는 spss ver. 21.0을 이용하여 각 부위별 상황별로 기술 통계를 실시하였고 헬멧착용 전·후의 차이를 검증하기 위해 paired t-test 분석방법을 사용하였다.

3. 연구결과

피험자 실험시 앉은 자세에서 머리와 목을 좌, 우로 구부리고, 굴곡, 신전 시키고, 서서 들것을 들고 내리는 동작을 하면서 실험 하였다

3.1 왼쪽으로 머리와 목을 접을 때 근전도 검사 결과

Table 3을 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920g의 기존 소방관 헬멧을 쓰고, 새로 1310g의 스마트헬멧)에

따른 머리와 목을 왼쪽으로 구부렸을 때 오른쪽 흉쇄 유돌근만 근육 활성도의 유의성(P<.001)이 나타났다.

3.2 오른쪽으로 머리와 목을 접을 때 근전도 검사 결과

Table 4를 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920의 기존소방관 헬멧을 쓰고, 새로 1310g의 스마트헬멧)에 따른 머리와 목을 오른쪽으로 구부렸을 때 왼쪽 흉쇄 유돌근만 근활성도의 유의성(P<.001)이 나타났다.

3.3 머리와 목을 굴곡시 근전도 검사 결과

Table 5를 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920의 기존소방관 헬멧을 쓰고, 새로 개발한 스마트헬멧)에 따른 머리와 목을 뒤쪽으로 굴곡 시켰을 때 오른쪽, 왼쪽 4개의 근육(흉쇄 유돌근, 판상근, 세모근, 척추 기립근) 모두 유의성이 나타나지 않았다.

Table 4. The 8 muscle activity when head and neck right bending posture with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	48.5900	8.59229	10.672	.000
	920g	12	59.7317	7.93155		
	1310g	12	62.9417	7.39207		
	Total	36	57.0878	9.95249		
Rt_SCM	None	12	4.5717	1.59181	.023	.977
	920g	12	4.7133	1.68019		
	1310g	12	4.6167	1.66650		
	Total	36	4.6339	1.60001		
Lt_Splenius_capitis	None	12	6.0333	.63006	.568	.572
	920g	12	6.2833	3.72015		
	1310g	12	7.0208	1.56748		
	Total	36	6.4458	2.32965		
Rt_Splenius_capitis	None	12	16.1917	3.66493	1.472	.244
	920g	12	17.3483	4.06938		
	1310g	12	19.7325	7.05149		
	Total	36	17.7575	5.22386		
Lt_Trapezius	None	12	2.9208	.84462	.364	.697
	920g	12	3.1225	.58451		
	1310g	12	3.1042	.41653		
	Total	36	3.0492	.62821		
Rt_Trapezius	None	12	3.7492	1.15745	1.447	.250
	920g	12	3.4342	1.13714		
	1310g	12	4.2800	1.38304		
	Total	36	3.8211	1.24656		
Lt_Erector_spinae	None	12	6.9325	.84915	.296	.746
	920g	12	7.2450	1.04462		
	1310g	12	7.2342	1.41818		
	Total	36	7.1372	1.10601		
Rt_Erector_spinae	None	12	4.5575	2.25517	.680	.514
	920g	12	5.8092	4.51070		
	1310g	12	6.2400	3.87369		
	Total	36	5.5356	3.63769		

Table 5. The 8 muscle activity when head and neck flexion posture with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	5.4075	.48424	.068	.935
	920g	12	5.5533	1.31347		
	1310g	12	5.5767	1.58475		
	Total	36	5.5125	1.18784		
Rt_SCM	None	12	5.3975	.86788	2.514	.096
	920g	12	5.7158	.94219		
	1310g	12	6.6042	1.98963		
	Total	36	5.9058	1.42409		
Lt_Splenius_capitis	None	12	5.3208	.82741	1.498	.238
	920g	12	5.5475	.81043		
	1310g	12	5.9450	1.02858		
	Total	36	5.6044	.90694		
Rt_Splenius_capitis	None	12	4.6467	.76928	1.087	.349
	920g	12	4.8908	1.71609		
	1310g	12	5.4942	1.66390		
	Total	36	5.0106	1.45333		
Lt_Trapezius	None	12	3.0833	.48903	.719	.495
	920g	12	3.4475	.57523		
	1310g	12	4.0025	3.18679		
	Total	36	3.5111	1.87559		
Rt_Trapezius	None	12	3.4175	.88988	.055	.947
	920g	12	3.3633	.92374		
	1310g	12	3.5050	1.31479		
	Total	36	3.4286	1.03144		
Lt_Erector_spinae	None	12	9.5533	10.13614	.150	.862
	920g	12	9.1692	3.16109		
	1310g	12	8.2183	.89928		
	Total	36	8.9803	6.00072		
Rt_Erector_spinae	None	12	7.9808	1.81288	.445	.644
	920g	12	8.1367	2.78059		
	1310g	12	8.8325	2.36682		
	Total	36	8.3167	2.31613		

3.4 머리와 목을 과신전시 근전도 검사 결과

Table 6을 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920의 기존소방관 헬멧을 쓰고, 새로 개발한 스마트헬멧)에 따른 머리와 목을 앞쪽으로 과신전 시켰을 때 오른쪽, 왼쪽 4개의 근육(흉쇄 유돌근, 판상근, 세모근, 척추 기립근) 모두 유의성이 나타나지 않았다.

3.5 들것 32.5kg 무게를 들어올릴때 상체 근육의 근활성도 결과

Table 7을 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920의 기존소방관 헬멧을 쓰고, 새로 개발한 스마트헬멧)에 따른 들것 32.5kg 무게를 들어올릴때 상체 근육의 근활성도는 왼쪽 세모근은 유의성($p < .05$)이 나타났다. 또한 오른쪽,

왼쪽 척추기립근의 유의성($p < .001$)이 나타났지만 흉쇄 유돌근과 판상근은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3.6 들것 32.5kg 무게를 내릴때 상체 근육의 근활성도 결과

Table 8을 보면 헬멧 유무(헬멧을 쓰지 않고, 920의 기존소방관 헬멧을 쓰고, 새로 개발한 스마트헬멧)에 따른 들것 32.5kg 무게를 내릴때 상체 근육의 근활성도는 오른쪽 세모근은 유의성($p < .05$), 왼쪽 세모근은 유의성($p < .001$)이 나타났다. 또한 오른쪽, 왼쪽 척추기립근의 유의성($p < .001$)이 나타났지만 흉쇄 유돌근과 판상근은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 6. The 8 muscle activity when head and neck hyperextension posture with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	8.0008	.85245	.125	.883
	920g	12	8.6033	3.88867		
	1310g	12	8.4008	3.36094		
	Total	36	8.3350	2.93182		
Rt_SCM	None	12	8.5025	1.57015	.338	.715
	920g	12	9.4992	4.01212		
	1310g	12	8.7158	3.27610		
	Total	36	8.9058	3.06528		
Lt_Splenius_capitis	None	12	3.9500	2.25570	.226	.799
	920g	12	4.5550	2.30002		
	1310g	12	4.3200	2.11149		
	Total	36	4.2750	2.17411		
Rt_Splenius_capitis	None	12	4.0742	2.17561	.378	.688
	920g	12	4.6317	1.58641		
	1310g	12	4.7225	2.12097		
	Total	36	4.4761	1.94342		
Lt_Trapezius	None	12	2.9217	1.73168	.134	.875
	920g	12	2.6717	1.11270		
	1310g	12	3.1133	2.98724		
	Total	36	2.9022	2.04200		
Rt_Trapezius	None	12	2.0308	.53065	1.003	.378
	920g	12	2.4267	1.29428		
	1310g	12	8.3200	21.05129		
	Total	36	4.2592	12.18197		
Lt_Erector_spinae	None	12	363.9075	1247.10641	.993	.381
	920g	12	4.8383	1.79505		
	1310g	12	5.5775	1.64530		
	Total	36	124.7744	719.86923		
Rt_Erector_spinae	None	12	3.7125	.86851	.347	.709
	920g	12	4.7625	4.15654		
	1310g	12	4.3342	3.29421		
	Total	36	4.2697	3.04444		

Table 7. The muscle activity of upper body when lifting 32.5kg with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	11.0358	3.47866	1.674	.203
	920g	12	10.7833	4.77858		
	1310g	12	13.6875	4.55196		
	Total	36	11.8356	4.38939		
Rt_SCM	None	12	8.3500	2.54284	2.982	.064
	920g	12	9.4833	4.40737		
	1310g	12	11.8150	3.43355		
	Total	36	9.8828	3.73933		
Lt_Splenius_capitis	None	12	12.9767	1.93362	.878	.425
	920g	12	13.5033	1.47178		
	1310g	12	14.0525	2.44100		
	Total	36	13.5108	1.98166		
Rt_Splenius_capitis	None	12	24.0700	35.34313	.839	.441
	920g	12	14.3992	2.19262		
	1310g	12	15.0117	1.91156		
	Total	36	17.8269	20.38024		
Lt_Trapezius	None	12	51.5733	11.99947	3.870	.031
	920g	12	49.5250	14.47651		
	1310g	12	83.2417	54.50395		
	Total	36	61.4467	35.91346		
Rt_Trapezius	None	12	40.6058	10.92142	1.787	.183
	920g	12	48.8000	18.40795		
	1310g	12	53.2192	19.15809		
	Total	36	47.5417	16.95360		
Lt_Erector_spinae	None	12	58.0917	13.68280	5.505	.009
	920g	12	65.2167	13.10342		
	1310g	12	75.5250	11.97923		
	Total	36	66.2778	14.51150		
Rt_Erector_spinae	None	12	58.4300	5.00328	9.342	.001
	920g	12	71.9583	15.83153		
	1310g	12	76.7083	8.42339		
	Total	36	69.0322	13.06201		

Table 8. The muscle activity of upper body when lowing 32.5kg with or without helmet

		N	mean	standard deviation	F	Significance probability
Lt_SCM	None	12	10.4983	1.34880	.193	.826
	920g	12	10.2967	1.65327		
	1310g	12	9.9292	3.31930		
	Total	36	10.2414	2.22500		
Rt_SCM	None	12	8.3525	1.13989	1.029	.369
	920g	12	7.9567	.70515		
	1310g	12	8.5250	1.08389		
	Total	36	8.2781	.99604		
Lt_Splenius_capitis	None	12	12.2275	1.58889	1.648	.208
	920g	12	13.7808	2.61867		
	1310g	12	13.0250	1.94837		
	Total	36	13.0111	2.13434		
Rt_Splenius_capitis	None	12	17.0267	2.87454	2.345	.112
	920g	12	17.0633	4.14734		
	1310g	12	20.6725	6.47226		
	Total	36	18.2542	4.91693		
Lt_Trapezius	None	12	98.1258	17.16326	9.028	.001
	920g	12	125.9167	10.84987		
	1310g	12	122.3333	22.33763		
	Total	36	115.4586	21.05003		
Rt_Trapezius	None	12	97.5458	22.22260	4.041	.027
	920g	12	111.3333	25.84335		
	1310g	12	126.7233	27.13518		
	Total	36	111.8675	27.25097		
Lt_Erector_spinae	None	12	34.5917	6.00197	19.441	.000
	920g	12	48.9917	6.55625		
	1310g	12	52.2250	9.17498		
	Total	36	45.2694	10.56959		
Rt_Erector_spinae	None	12	40.1725	5.39321	9.542	.001
	920g	12	51.5750	7.42969		
	1310g	12	51.8833	9.15213		
	Total	36	47.8769	9.13010		

4. 논의

본 연구는 구급대원들의 기존 헬멧(920g)과 스마트 헬멧(1310g)의 두가지 무게와 헬멧이 없으때의 8가지 근육의 근활성도를 측정 하였다. 특히 환자를 긴척추고정판에 올려놓고 들어올리는 동작에 따른 근활성도 차이를 규명하고, 새로 제시하는 스마트 헬멧 무게와 기존 헬멧의 무게 차이에 따른 8개의 근육 활성도에 어떻게 영향을 미치는지 알아보자 한다.

헬멧 유무에 따른 머리와 목을 왼쪽으로 구부렸을 때 오른쪽 흉쇄 유돌근만 근활성도가 있었고 오른쪽으로 구부렸을 때 왼쪽 흉쇄 유돌근만 근활성도의 유의성($P<.001$)이 나타났다. 이와같은 결과는 목 각도의 좌우 변화에서 반대쪽의 흉쇄유돌근이 보다 많은 근활성도와 피로도가 높아졌다고 볼 수 있다.

헬멧 유무에 따른 머리와 목을 굴곡 및 과신전 시켰을

때 오른쪽, 왼쪽 4개의 근육(흉쇄 유돌근, 판상근, 세모근, 척추 기립근) 모두 유의성이 나타나지 않았다. 이와같은 결과는 목 각도가 앞 뒤로 변화할때는 근활성도와 피로도가 없다고 볼 수 있다.

헬멧 유무 무게를 들어올릴때와 내릴때 상체 근육의 근활성도는 오른쪽 세모근, 오른쪽, 왼쪽 척추기립근은 유의성은 나타났지만 흉쇄 유돌근과 판상근은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이는 각도가 커짐에 따라 허리와 등근육은 동작을 좌우하는 근육에서 근육 활성도가 높게 나타난 것이라고 생각된다. 그렇지만 목과 머리를 지탱해주는 흉쇄유돌근과 판상근은 근활성도에 영향을 미치지 않았다는 것이다.

머리-목 자세가 달라짐에 따라 어깨(승모근)의 근육이 활성화 된다고 하였고[7, 8]. 머리전방전위자세에서 머리가 중력 정중선을 심하게 벗어나면서 자세를 유지할 수 있는 근육인 목(흉쇄유돌근, 두판상근), 어깨(승모근)

가 머리의 무게를 감당하기 위해 수축한다고 했다[8, 9]. 이는 무게가 늘어남에 따라 목, 어깨 근육의 근 활성도가 커진다는 결과인데 본 연구 결과와 일치했다. 환자들기 작업에서 척추기립근이 최대 수의 근력에 대비하여 여성은 14.6-23.1%, 남성은 18.3-32.8%로 이는 20%를 넘어서는 것으로 작업에 따른 근육피로가 높은 것으로 평가되었다[10-13].

본 연구에서 일반적으로 머리와 목의 좌우 움직임에서는 반대쪽(흉쇄 유돌근)은 근 활성도가 높았고, 굴곡과 파신전(흉쇄유돌근, 판상근)시 근 활성도는 유의성이 없었다. 특히 긴척추고정판에 무게를 싣고 들어올리거나 내릴때의 세모근과 척추 기립근은 헬멧 유무에 따라 근육 활성도에 차이가 있는 것으로 미루어 볼 때 들것 이송에 있어 요추부위의 근육 골격계 질병을 유발할 가능성이 있다고 판단된다. 그러나 머리와 목주위에 근육에는 영향을 주지는 않았다[10-13].

여러 가지 헬멧 모델의 강도안전에 관한 응력과 변형률을 해석하였다. 다음 세대 헬멧은 일하는 사람의 안전과 작업 성과를 높일 수 있도록 제작되어야 하고, 장시간 착용해도 불편함이 없으면서 목, 머리를 방어할 수 있어야 한다. 헬멧은 안전하고, 착용성이 좋아야 하며, 헬멧의 모체 구조물을 경량으로 제작해야 한다. 따라서 헬멧은 화재나 가스폭발과 같은 가혹한 작업조건에 잘 견딜 수 있어야 한다. 헬멧의 일반적인 균일한 두께는 줄여서 헬멧의 경량화를 추구하는 것도 중요하다[4, 14].

스마트 헬멧에 대한 연구가 활발하게 일어나고 있는 시대이다. 스마트 헬멧은 오미옥 등7의 연구에서 볼 수 있듯이 산소부족알람, 유독가스 센서, 온도센서, 네트워크 통신 시스템, 자체 순환 냉각 시스템, 두 상맞춤화, 증강현실 시스템 등이 헬멧에 접목된 형태로 볼 수 있다. 스마트 헬멧의 앞면은 열화상카메라, 일반카 메라가 위치하고 뒷면은 중앙처리장치(CPU), 좌측은 랜턴 및 우측은 Head mounted display가 부착 되는 구조이다[4, 15].

본 연구에서는 구급대원들이 긴척추고정판을 이용하여 환자를 들어올리거나 내릴때는 머리와 목의 각도를 좌우로만 움직이지 않는다면 새로 개발한 스마트 헬멧은 대원들의 목 주위의 근육에 영향을 주지 않는다고 생각되며, 외국 소방헬멧은 빨간색, 파란색, 검정색 계열의 색상이 적용되고 있으며, 이는 소방용 헬멧은 산업용보다 많은 규정항목이 요구되며, 헬멧 무게별로 소방 직무별 구분이 필요하다고 판단된다[16-19].

5. 결론

본 연구는 구급대원들의 기존 헬멧(920g)과 스마트 헬멧(1310g)의 두가지 무게와 헬멧이 없으때의 8가지 근육의 근활성도를 측정 하였다. 특히 환자를 긴척추고정판에 올려놓고 들어올리는 동작에 따른 근활성도 차이를 규명하고, 새로 제시하는 스마트 헬멧 무게와 기존 헬멧의 무게 차이에 따른 8개의 근육 활성도에 어떻게 영향을 미치는지 알아보자 한다.

머리와 목의 좌우 움직임에서는 반대쪽(흉쇄 유돌근)은 근 활성도가 높았고, 굴곡과 파신전(흉쇄유돌근, 판상근)시 근 활성도는 유의성이 없었다. 특히 긴척추고정판에 무게를 싣고 들어올리거나 내릴때의 세모근과 척추 기립근은 헬멧 유무에 따라 근활성도에 차이가 있는 것으로 나타났다.

구급대원들이 긴척추고정판을 이용하여 환자를 들어올리거나 내릴때는 머리와 목의 각도를 좌우로만 움직이지 않는다면 새로 개발한 스마트 헬멧은 대원들의 목 주위의 근육에 영향을 주지 않는다고 사료 된다.

그러나 척추기립근이나 세모근의 경우는 각도가 커짐에 따라 허리와 등근육은 동작을 좌우하는 근육에서 근활성도가 높게 나타난 것이라고 생각된다. 그렇지만 기존의 파워리프팅(들어올리는 동작)동작에서 허리를 가능한 깨끗이 세우는 규칙을 지킨다면 요추 주위의 근육 골격계 질환에 대한 예방을 할 수 있다고 생각된다.

추후 헬멧 개발 시 보다 지속적 장기적으로 무게 차이를 관찰 연구를 하여 목과 허리의 스트레스 및 근피로를 줄일 수 있으며 이로 인해 근골격계 질환도 예방할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 연구의 대상자가 12명으로 한정하였기 때문에 일반화하기에는 한계가 있으며, 둘째, 실제 상황이 아닌 실험상황을 가정했다는 것, 셋째, 근활성도를 한정했다는 것이다. 실제 상황이 아닌 실험상황에서 같은 대상자가 다른 3가지 상황(헬멧 미착용, 920g 기존 헬멧 착용, 1,310g 스마트 헬멧 착용)을 적용하였다. 따라서 추후 연구에서는 더 많은 구급대원을 대상으로 신체 전반적으로 한 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

REFERENCES

[1] Y. J. Ahn, MC, Kang, TG Lee,(2016). "Study on Remedies of Convergence Design for Personalized Fire Helmets", J. Korean Soc. Precis. Eng. 33, 5, 371-376. DOI10.7736/KSPE.2016.33.5.371

[2] S. H. Cho(2008), "A Study on the Optimized Design of the Helmets for Fire and Gas Safety," Journal of The Korean Institute of Gas, Vol. 12, No. 3, 1-3.

[3] Y. T. Han, JH Jung, MJ Park,(2017). Trend analysis on the development of rescue helmets for fire-fighters. Korean institute of fire science. conference. 11, 237-238.

[4] P. G. Park, R Kim, HS Ro, BS Yoon(2018). A Study on Impact Analysis of Smart Structural Helmet for Firefighters. Korean Journal of Hazardous Materials. 5, 2, 111-117.

[5] KFIS 043, "The Standard of Firefighting Rescue Helmet", 2014.

[6] H. K. Kim, J. H. Sim, C. K. Kim(2008). "A Study on the Strength Analysis of the Helmets for Fire and Gas Safety", J. of the Korean Insti. of Gas, 12, 3, 31-37.

[7] J. H. Weon, J. S. Oh, and H. S. Cynn HS(2010). "Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion", Jour. of Body Mov Ther, 14, 367-374. DOI10.1016/j.jbmt.2009.06.006

[8] D. M. Shin and I. S. Lee(2006). "Dynamic Model during Emergency Medical Technicians Lifting Postures", Kor. Soci. of sport and leisure studies, 27, 203-214.

[9] D. M. Shin, E. J. Hong, K. Y. Kim, J. H. Kim and T. Y. Moon(2013). "Musculoskeletal Diseases in 119 Rescuers", Jour. of Digi. Policy & Management, 11, 9, 209-219.

[10] S. H. Hwang(2017). "Design and Evaluation of Intelligent Helmet Display System". Journal of the Korean Society for Aeronautical and Space Sciences, 45, 5, 417-428.

[11] K. S. Lee and H. J. Ji(2012). "A Study of Overexertion of Neck and Arm Muscles when Working on Objects Overhead at Orchards", Proceeding of Ergo. Soci. of Korea, 67-76.

[12] K. S. Lee and J. W. Park(2012). "A Study of Loadings of Neck Muscles when Bent Backward", Kor. Soci. of Safety, 27, .1, 111-116.

[13] J. Kim, Koo SE, Lim JY, Jin MW, Choi JM,(2016). "Smart Helmet," Journal of the Korea Contents Society, 5 357-358.

[14] H. S. Kang, T. G. Lee, Y.J. Ahn(2016). "Necessary and Application Plan of Wearable Device in an Emergency," Korean Society of Precision Engineering, 5, 38-39.

[15] M. O. Oh, Shin J. K., Kang M. C., Shin B. S., and Moon M. K.(2016). "Importance-Performance Analysis for Developing Convergence Firefighter Helmets" J. of Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 15,

(6). 114-119.

[16] Y. J. Ahn, Lee T. G, Jeong YY, Son MA, Yu, BJ(2017). "A Study on the Design of Next-Generation Korean Bulletproof Helmet - Focusing on the Bulletproof helmet shell shape design". Journal of Video culture contents. 12, 1, 179-192.

[17] KOSHA 2014-46, "Standard Safety Certification of Personal Protective Equipment", 2014.

[18] EN 443, "Helmets for Fire Fighting in Buildings and Ohter Structures", 2008.

[19] NFPA standard 1971-2013, National Fire Protection Association, 2013.

신 동 민(Shin, DongMin)

[정회원]



- 미국 Auburn 대학 박사 취득
- 한국교통대학교 응급구조학과 교수
- 한국 응급구조학회 회장
- 한국시물레이션학회 부회장
- 재난관리융합연구소 소장
- 관심분야 : 응급구조, 응급의학, 시물레이션교육

물레이션교육

· E-Mail : dmshin@ut.ac.kr

조 병 준(Cho, Byung Jun)

[정회원]



- 2003년 2월 : 충남대학교 대학원 (이학박사)
- 2008년 2월 ~ 2010년 3월 : 대원대학교 응급구조학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 응급구조학과 교수

· 관심분야 : 응급구조학, 스포츠의학, 보건의료융합

· E-Mail : cho6451@knagwon.ac.kr

김 경 용(Kim, Gyoung Yong)

[정회원]



- 2014년 2월 : 강원대학교 대학원 (응급구조학 석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 대학원(응급구조학 박사수료)
- 2005년 12월 ~ 2014년 11월 : 경기도소방학교 교수요원

· 2014년 11월 ~ 현재 : 양평소방서 구급대장

· 관심분야 : 응급구조

· E-Mail : 1021hk@hanmail.net