

A Study of Intervention of Overexertion of Neck Muscles when Bent Forward for a Long Period

Saeloom Oh, Kwan Suk Lee

Industrial Engineering, Hongik University

ABSTRACT

Crane operators usually bend their necks forward in a seating position for a long period. They have complained of their musculoskeletal stress at their necks. The objective of this study was to find whether front neck support can reduce the back pain effectively. Experiments were conducted in the laboratory where subjects bent their necks forward for 1 minute work and took a rest for 0.5 minute and repeated this performance for 30 minutes. subjective evaluation and electromyography (EMG) were used to check the level of the stress at the neck. The EMG level (amplitude) increased 80 percent on the average and the center frequency of EMG shifted to the lower frequency level which indicated fatigue of neck muscles. Thus, it was found that the intervention using a neck support was effective.

Keywords: EMG, Sternocleidomastoideus, Musculoskeletal stress

1. 서론

2011년 노동부의 산업재해 현황분석에 의하면 제조업과 건설업의 재해 비율이 높으며 재해자는 93292명으로 0.65%의 재해율에 이른다고 한다. 이 중의 많은 부분이 근골격계 질환이다. 최근에는 특별히 목 관련 근골격계 질환이 증가하고 있는 추세이다. 이의 원인은 부적절한 작업자세, 힘, 반복 등이라고 알려져 있으며, 이외에도 최근 스마트폰 사용 등으로 목관절의 정적인 자세를 유지하게 되는 경우가 더 많아졌기 때문이다. 특별히 산업현장에서 크레인 작업 같은 경우는 장시간 계속되는 정적인 작업 형태로 인하여 많은 크레인 운전자들이 목의 통증을 호소한다. Fig 1에서 보이는 바와 같이 크레인 작업자들은 고공에 달려있는 좁은 크레인 안에서 밑의 대상물을 주시하기 위하여 목을 앞으로 굽히고 정적인 자세를 유지하고 작업을 한다. 이러한 자세는 지속적으로 목의 근육이 수축상태를 유지하는 것을 의미하며, 시간의 경과에 따라 근육에 피로가 누적됨에 따라 심각한 증상으로 발전하게

된다. 본 연구진은 크레인 운전 작업 시 운전자의 목 근육의 피로의 누적을 EMG와 주관적 부하를 측정하여 작업자의 목의 육체적 부하와 피로도가 심각함을 보고하였다. (Oh and Lee, 2012)

이러한 작업의 근골격계 부담은 여러 가지 평가도구(예: RULA, REBA, OCRA)로 평가한 결과 시급한 개선을 요구하는 단계이나 현장에서 쉽게 채택할 수 있



Fig 1. Scene of a Crane Operator's Work

는 개선책이 없었다. 대형 크레인에 카메라를 설치하여 크레인 운전자가 화면을 통하여 대상물을 주시하게 하여 위에서 내려다보는 자세를 줄이려 하였으나 대부분의 경우에 육안을 통한 작업을 선호하고 소형 크레인도 이런 장치도 없다. 본 연구진은 크레인 운전자의 목의 부하를 줄이는 방법으로 이마받침대를 고안하고 이러한 이마 받침대가 크레인 작업의 목의 육체적 부담을 줄여 줄 수 있다고 생각하였는데 얼마나 효과적 인지 알 수가 없었다.

따라서 본 연구는 하체 작업 시 얼마나 목 받침대가 크레인에서 일하는 작업자의 목의 부하를 줄여 줄 수 있는지 EMG 측정으로 근육의 활동을 분석하여 객관적으로 얼마만큼의 부하가 걸리는지 알아보고 이와 동시에 피 실험자의 주관적 평가를 통하여 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구에는 피실험자로 20-27세의 건강한 남, 여 대학생 9명이 참여 하였으며, 유료 참여자이었다.

피 실험자의 나이는 23.89 ± 2.56 신장은 $173.44\text{cm} \pm 8.63$, 체중은 $68.89\text{kg} \pm 12.42$ 이었다. 피 실험자들은 사전에 실험에 대하여 설명을 들었고, 근골격계 관련 병력이 없는 사람들로 선정하였다.

2.2 실험도구

본 연구에 사용되어진 실험도구는 EMG System(MYOTRACE 400) 1대, 컴퓨터 1대, 표면전극, 알콜솜 등이다.

2.3 실험설계

피실험자들은 두 가지 실험에 참여하였다. 첫 번째 실험은 목지지대 없이 밀 보기 작업 하는 것과 같이 목을 숙이고 있는 것이고 두 번째 실험은 이마 지지대를 사용하여 동일한 자세로 목을 숙이고 있는 것이었다. 5분 간격으로 30초씩 EMG 값을 측정하였으며, 매 측정 시마다 주관적 부하를 물었다.

2.3.1. EMG 측정

목과 목을 지탱하는 어깨에 발생하는 피로도를 객관적으로 평가하기 위하여 머리와 목을 움직이는 근육으로 가장 중요한 흉쇄유돌근(Sternocleidomastoideus)이 분석의 대상이 되었다. 이외에도 머리와 목을 움직이는 많은 근육들이 있으나, 대부분 심층근이거나 Surface electrode를 사용하기 어려운 이유로 인하여 분석대상에서 제외하였다.

피실험자의 EMG를 Normalize하기 위해 실험 시작 전에 Figure. 4와 같이 Force gage를 이용하여 머리를 앞으로 당길 때 목 근육이 내는 힘을 0~2.5kg 하였을 때의 EMG Amplitude를 측정하여 Calibration하였다.

2.3.2. 주관적 부하

실험 전 피 실험자에게 Borg's CR-10 scale에 대한 교육을 실시하였다, 1분간 정적인 자세를 유지한 후 30초의 휴식시간에 Borg's CR-10 scale에 대하여 주관적 부하를 정하도록 하였다. Borg's CR-10 scale에서 보면, "0"은 전혀 힘들지 않음을 의미하고 "10"은 최대로 힘들음을 의미하며 더 이상 실험을 진행할 수 없다고 느낄 때라고 재 정의하였다.

Table. 1. Borg's CR-10 scale

10	극도로 아픔(Extreme pain)
9	
8	
7	매우 아픔(Very strong pain)
6	
5	아픔(Strong pain)
4	
3	보통(Moderate)
2	약간 아픔(Weak pain)
1	매우 약간 아픔(Very weak pain)
0.5	극도로 약간 아픔(Extremely weak pain)
0	전혀 무감각(Nothing at all)

3. 연구결과

3.1 주관적 부하

피 실험자들의 Borg's CR-10 scale의 주관적 부하가 Fig. 2와 3에 나타나 있으며 각각의 range를 보이고 있다. 이마를 지지하지 않고 목을 굽히는 실험의 주관적 부하인 Fig. 2에서 보이는 바와 같이 시간이 지남에 따라서, 피 실험자들의 주관적 부하가 실험이 60분을 경과한 시점에서의 주관적 부하는 평균 8.95로 매우 심한 통증을 느낀다고 평가하였는데 이는 실험 시작 초기의 주관적 부하인 평균 0.91보다 9.8배 늘어난 것이다. 이마를 지지하고 목을 굽히는 실험의 주관적 부하인 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 주관적 부하가 실험이 60분 경과한 시점에서 5.64로 이마를 지지하지 않은 실험의 63%에 달하는 수치였다. 이로써, 이마를 지지하는 것이 그렇지 않은 것보다 주관적인 평가에서 훨씬 편하다는 것을 알 수 있다.

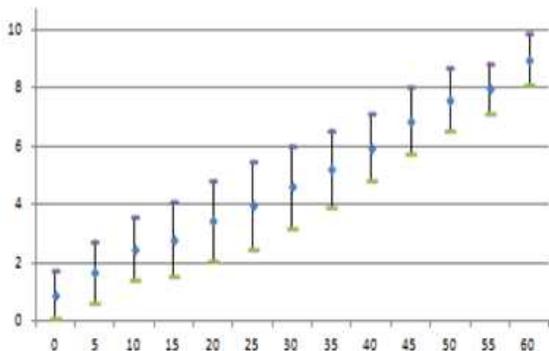


Fig 2. Subjective Evaluation Over Time Without neck support

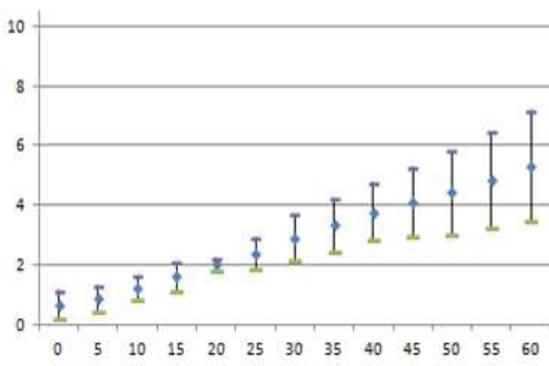


Fig 3. Subjective Evaluation Over Time With Neck Support

3.2. EMG 분석

목을 앞으로 숙였을 때의 EMG Amplitude 값을, 0~5kg 1kg 간격으로 부하를 주어 Calibration한 Data를 바탕으로 전 피실험자의 data를 Normalize하여, 지표화 하였다.

3.2.1. Sternocleidomastoideus

Fig. 4과 5은 지표화 된 EMG Amplitude의 시간에 따른 추세를 보이고 있다. Fig.4은 Left Sternocleidomastoideus의 이마를 지지하지 않은 상태의 그래프이고 Fig. 5는 이마를 지지한 상태의 그래프이다. 이마를 지지하지 않을 경우, 시간이 60분 경과 후 4.06(kg)으로 이마를 지지했을 때의 1.43(kg)보다 2.84배이다.

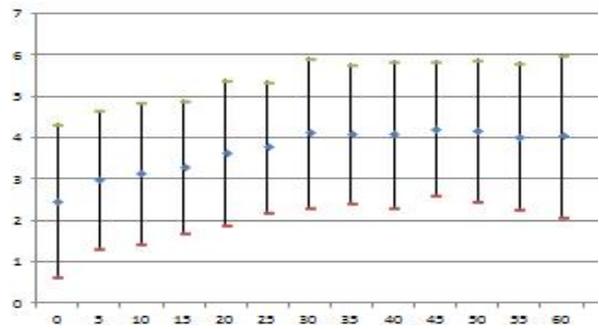


Fig4. EMG Amplitude of Left Sternocleidomastoideus Without Neck Support

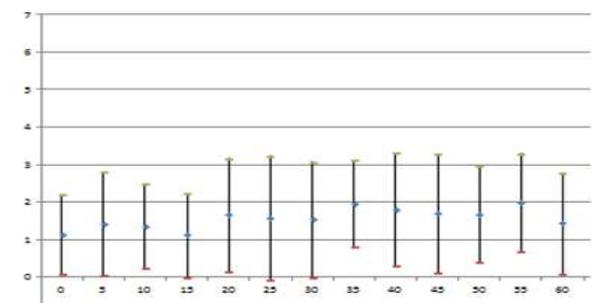


Fig 5. EMG Amplitude of Left Sternocleidomastoideus With Neck Support

Center Frequency의 경우 조치 전의 경우 처음 측정 시 보다 마지막 측정 시에 10.1% 감소하였다.

이마를 지지하고 있는 경우는 shift가 보이지 않는다.
 이것을 통해 시간이 지남에 따라 목 근육에 피로가
 누적되지 않고 있다는 것을 알 수 있다.

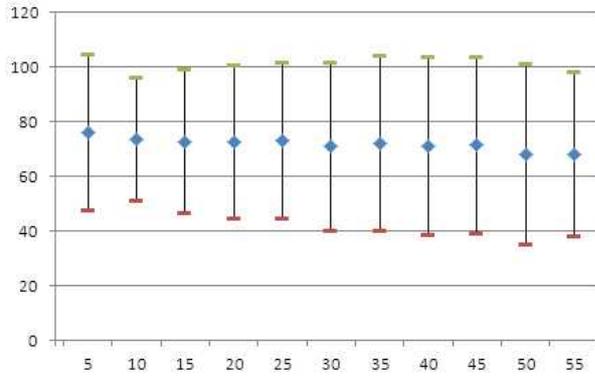


Fig.6. Frequency Change Over time Left

Sternocleidomastoideus. Without Neck Support

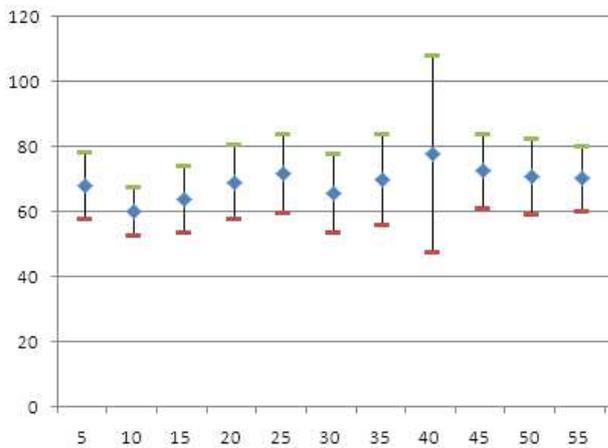


Fig.7. Frequency Change Over time Left Sternocleidomastoideus With Neck Support

Right Sternocleidomastoideus의 경우 Fig. 8,9에 나타내고 있다. Fig. 8의 경우 기존, 2.32(kg)에서 60분 실험 후 3.53(kg)으로 증가하였다. Fig. 9의 경우 1.59(kg)에서 2.07(kg)로 증가하였으며 조치 전의 59%이다.

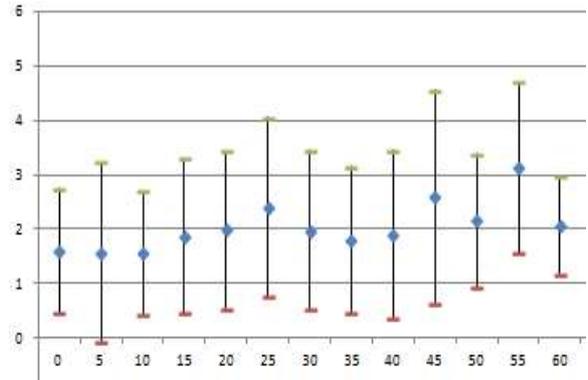


Fig 8. EMG Amplitude of Right Sternocleidomastoideus Without Neck Support

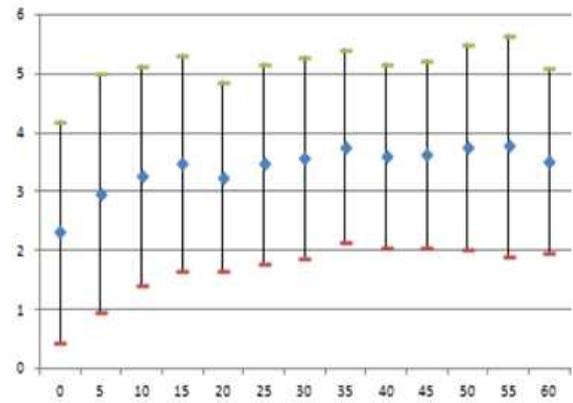


Fig 9. EMG Amplitude of Right Sternocleidomastoideus With Neck Support

Center Frequency의 경우 조치 전의 경우 처음 측정시 보다 마지막 측정 시에 19.25% 감소하였다. 이를 통해 시간이 지남에 따라 Right Sternocleidomastoideus에 피로가 누적 되는 것을 알 수 있다. 이마를 지지하고 있는 경우는 shift가 보이지 않는다. 이것을 통해 시간이 지남에 따라 목 근육에 피로가 누적되지 않고 있다는 것을 알 수 있다.

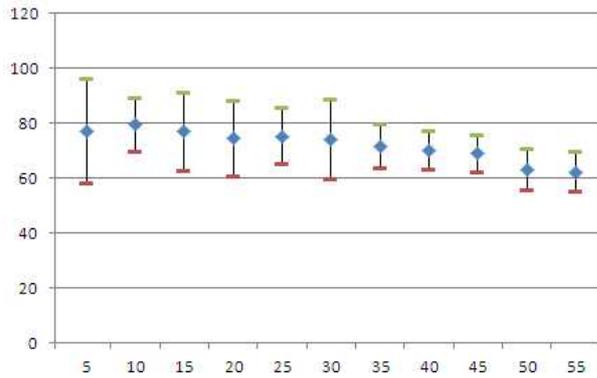


Fig 10. Frequency Change Over time Right Sternocleidomastoideus Without Neck Support

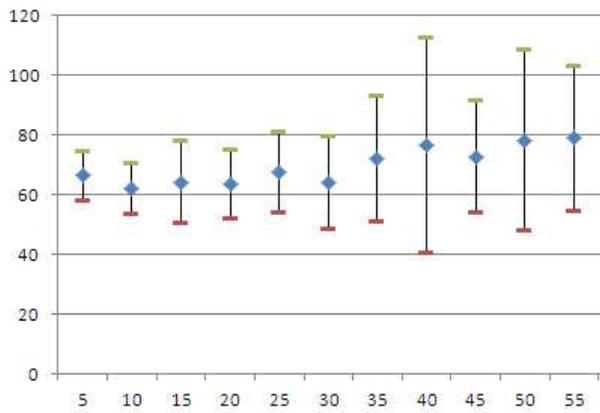


Fig 21. Frequency Change Over time Right Sternocleidomastoideus With Neck Support

4. 토의 및 결론

본 연구는 정적인 자세에서 기존의 방법대로 목을 숙이는 작업을 할 때와, 이마를 지지한 상태에서 작업을 할 때의 상태를 주관적인 불편도와 함께, EMG를 활용하여 근육의 근전도를 기록하여 Calibration한 Data를 이용, 부하(kg)로 지표화하여 계산하여, 시간이 지남에 따라 누적된 피로로 인한 비교, 평가하였다.

본 연구 결과에 따라 밑 보기 작업은 시간이 지남에 따라 Sternocleidomastoideus의 Center Frequency가 Left은 9.8%, Right는 21.4% 감소하는 것을 통해 피로도가 커진다는 것을 알 수 있다. 그런데, 이 때 이마 지지대를 사용한다면 그 부하를 줄여줄 수 있다.

주관적 부하의 경우에도 조치 전 평균 8.95로 매우 심한 통증을 느낀다고 평가하였는데 조치 후의 경우 5.64로 이마를 지지하지 않은 실험의 63%에 불과하였다. EMG 값의 경우에도 Left의 경우 조치 전 4.06, 조치 후 1.43으로 조치전의 35%였다. Right의 경우 조치 전 3.53에서 조치 후 2.07로 59%에 불과하였다.

이 연구를 통해 이마 지지대가 크레인 작업시 Sternocleidomastoideus의 스트레스를 줄여주는 데 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과는 근골격계 질환의 예방을 위한 작업자에 적합한 이마 지지대의 필요성과 설계에 도움이 될 것으로 기대한다.

References

1. 산업재해현황통계자료(2011, 고용노동부)
2. 권오채, 이상기, 조영석, 박정철, 정기효, 유희천, 한성호, “천장 크레인 운전 작업부하 평가모델 개발”, Journal of the Ergonomics Society of Korea “, Vol. 26, pp. 45-59, 2007
3. 김유창, 정현욱, “정적인 자세에서 목의 주관적부하 평가”, IE Interfaces, Vol. 16, pp. 222-228, 2003
4. 이창훈, 전영호, “공업통계학”, 박영사, pp.358~376, 2008