

Activity of SCM Muscle due to Gaze Direction

Chang-Yul Ok, Hong-In Cheng

¹Department of Industrial and Management Engineering, Kyungsoong University

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the activity of the sternocleidomastoid (SCM) muscle due to gaze direction. **Background:** Sternocleidomastoid (SCM) muscle is directly related to the head rotation and work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) of upper extremity. We need to investigate the activity of SCM muscle to suggest ergonomic positions for various facilities visually observed or monitored. **Method:** Eighteen participants gazed static information presented on the wall and electromyography (EMG) activities were recorded from the SCM muscle. Both fixed and swivel chairs were provided for the experiment. EMG was normalized to peak maximum contractile for the muscle (%MVC) and analyzed. **Results:** EMG was proportional to the horizontal degree of the gazing position regardless the type of chairs. Swivel chair was effective to reduce EMG activity of SCM muscle. The intensity of SCM muscle activity would be substantial if the gaze is placed 60°+ left and 45°+ high with a fixed chair. **Conclusion:** We recommend frequently monitored and gazed positions should be located within 45° to the both left and right directions. 30° would be preferred position for the gaze vertically and 45° could be acceptable in the vertical gaze direction. **Application:** The results would be applied to select proper positions for various facilities which should be monitored or observed.

Keywords: Electromyography, sternocleidomastoid, gaze direction

1. Introduction

다양한 위치에 설치된 디스플레이에서 정보를 얻기 위해 시선을 특정 위치에 두는 일은 일상생활이나 업무에서 자주 경험하게 된다. 병원, 공항, 기차역, 백화점 등에서 고객들에게 정보를 제시하기 위해 대형 디스플레이를 사용한다. 다양한 컨트롤 룸에서도 정보를 다수의 작업자가 공유하기 위해 개인별 디스플레이 외에 대형 디스플레이를 일반적으로 올려다 봐야 하는 위치에 설치하는 경우가 많다(Pinelle et al., 2003).

ISO 11428(1096)은 주시하거나 관찰해야 하는 정보 제공 위치를 작업자나 관찰자의 정면에 최대한 가깝게 두어 머리를 돌리지 않고 바라볼 수 있어야 한다는 가이드라인을 제시한다. 컨트롤 룸의 설계에 관한 다양한 지침을 다루고 있는 ISO 11064-3(1999)에서도 대형 디스플레이는 일반적인 작업자세에서 주시할 수 있는 위치에 설치할 것을 권고하고 있다.

Sternocleidomastoid(SCM) 근육은 머리의 회전과 직접적으로 관련되어 있으며(NG et al., 2014; Bexander et al., 2005;

Ylinen et al., 2003), 상체의 근골격계 질환과도 밀접한 연관이 있다(Buckle and Devereux, 2002). SCM근육의 활성도는 EMG를 통해 측정할 수 있다(NG et al., 2014; Mathiassen, 1995).

시선보다 아래에 놓이는 개인용 컴퓨터의 사용에 따른 SCM근육의 활성도나 근골격계 질환에 대한 연구는 비교적 많이 이루어졌으나, 시선보다 위쪽을 주시하는 작업이나 모니터링 자세에 대한 SCM근육의 활성도에 관한 연구는 상대적으로 활발하게 수행되지 못하였다. 본 연구에서는 시선의 위치가 SCM근육의 활성도에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보았다.

시선의 방향에 따른 SCM근육의 활성도 측정과 더불어 더불어 주관적인 작업의 난이도 평가를 측정하기 위해 보어(Borg)의 RPE(rating of perceived exertion)를 사용하였다.

2. Method

좌우 SCM근육의 전기적 활성도를 측정하기 위해 4채

널의 EMG (QMEG-4, LXM 3204, LAXTHA, Korea)를 사용하였다. 80% 알코올로 피부표면을 닦아내고 두 개의 전극을 SCM근육에 그림 1과 같이 부착하였다. SCM 근육의 전기 신호는 20~1000Hz로 필터링하였다.



그림 1. SCM 근육에 EMG 전극을 부착한 모습

20명의 대학생 (남: 13, 여: 7)이 실험에 참가하였는데 참가자들의 나이는 24.44 ± 1.46 이었다. 실험참가자들에게는 실험을 마친 뒤에 3만원을 지급하였다. 실험에 참가한 모든 피험자들은 정상시력 혹은 교정정상시력을 가지고 있었으며, 목이나 어깨 또는 허리 등에 병력을 가지고 있는 피험자는 실험에서 배제시켰다.

시선의 방향과 높이에 따른 SCM근육의 활성도를 평가하기 위해 실험은 $2 \times 2 \times 3$ 완전무작위 요인실험으로 실시하였다. 실험의 독립변수는 목의 회전 방향(왼쪽, 오른쪽), 시선의 수직 위치(30도, 45도), 시선의 수평 위치(30도, 45도, 60도)였으며 종속변수는 SCM 근육의 활성도와 Borg의 주관적 평가였다.

실험에 앞서 SCM근육 활성도의 정규화(normalization)를 위해 등척성 목 회전(isometric axial rotation)을 통해 SCM근육의 최대근력 (maximal voluntary contraction, MVC)을 측정하였다.

실험에서는 중심에서 수직 위쪽 방향으로 30도, 45도 그리고 좌우 방향으로 30도, 45도, 60도의 위치가 만나는 지점에 제시한 12개의 숫자정보를 실험참가자들이 5초 이상 주시하는 동안 SCM근육의 활성도를 측정하였다(그림 2).



그림 2. 시선의 위치를 보여주는 실험 장면

실험은 의자의 종류를 고정 의자와 회전 의자로 바꾸어 두 번 실시하였다.

4. Results

4.1. 고정의자

좌우, 수평, 수직 방향의 시선 위치가 SCM근육의 활성화도에 미치는 영향을 분석하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 하였다. Wilks's lambda (Λ)를 사용하여 주효과와 교호작용을 평가한 결과, 시선의 좌우 위치의 주효과 ($\Lambda=.58, F_{1,9}=6.50, p<.04$), 수평 위치에 따른 주효과 ($\Lambda=.16, F_{2,8}=21.46, p<.01$), 수평-수직 위치 사이의 교호작용 ($\Lambda=.51, F_{1,9}=8.56, p<.02$)이 유의 하였다.

실험참가자들이 머리를 왼쪽으로 회전시킬 때 오른쪽으로 돌리는 것보다 SCM근육의 활성화 됨을 알 수 있었다.

시선의 좌우 위치 주효과의 사후 분석을 위해 Holm's sequential Bonferroni 방법을 이용하여 α 값은 0.01로 유지하며 다중비교를 한 결과, 시선의 수평 회전 각도에 비례하여 SCM근육의 활성도가 커지는 것으로 나타났다.

왼쪽 상단(수직 45도) 위치가 오른쪽 상단이나 왼쪽 하단(수직 30도)에 비해 SCM근육의 수축이 큰 것으로 나타났다. 특히 수직위치 45도, 왼쪽 60도 각도의 위치를 주시할 때 SCM근육의 활성도가 8.93%MVC로 매우 크게 측정되었다 (Farella et al., 2008).

Borg RPE 평가 결과 수직방향으로는 위쪽 45도 각도의 위치를 주시하는 것이 위쪽 30도 위치를 주시하는 것보다 힘든 것으로 나타났다. 또한 시선의 수평방향의 경우 30도와 40도 사이에는 유의한 차이가 없었으나 수평방향으로 시선을 60도 회전하는 것은 30도나 45도에 비해 힘든 작업으로 느끼는 것을 알 수 있었다.

4.2. 회전 의자

고정의자에 비해 회전 의자를 사용할 때 SCM근육의 활성도가 다소 낮아졌으나 여전히 근육의 활성도가 다소 높게 나타났다.

반복측정 분산분석 결과, 수평위치의 주효과가 유의 하였으나($\Lambda=.16, F_{2,8}=21.46, p<.01$), 그 외의 유의한 주효과나 교호작용은 나타나지 않았다. 고정 의자와 같이 수평위치에서 회전각도가 클수록 SCM근육의 활성화도도 비례하여 커졌으며 각도에 따른 차이는 유의하였다($\alpha=.01$).

5. Conclusion

특정 자세나 작업에 따른 근육의 활성화 정도를 분석하여 해당 자세나 작업의 위험성을 평가하거나, 보다 안전하고 효과적인 작업방법을 설계할 수 있다.

컨트롤 룸의 오퍼레이터들은 실제로 디스플레이의 위치에 따라 목이나 어깨 부위의 불편함을 경험하기도 한다 (Farella et al., 2008).

본 연구에서는 시선의 위치와 의자 종류에 따른 SCM근육의 활성화도와 그 영향에 대해 살펴보았다. ISO가 추천하듯이 정면을 편안한 자세로 주시하는 설계를 할 수 있다면 바람직하지만, 그렇지 않을 경우 수평방향으로는 좌우 30도 혹은 45도 이내를 주시하는 것이 바람직하다. 수직 방향으로도 가능하면 위쪽으로는 30도 이내에 시선이 위치하는 것을 추천할 수 있을 것이다.

시선의 좌우 방향의 차이에도 근육 활성화도에 유의한 차이가 있었는데 아마도 실험참가자들이 대부분 오른손 잡이여서 나타난 현상으로 추측해 볼 수 있으나 정확한 내용을 알기 위해서는 추가적인 실험이 필요하다.

본 연구 결과는 대중이나 작업자들이 정보를 얻기 위해 시선을 두어야 하는 위치 혹은 정보 제공 장치인 디스플레이 위치를 결정할 때 참고자료가 될 수 있을 것이다.

References

- Pinelle, D., Gutwin, C. and Greenberg, S., Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 10(4), 281-311, 2003.
- ISO 11428, *Ergonomics – Visual danger signals – General requirements, design and testing*, 1996
- ISO 11064-3, *Ergonomic design of control centres, Part3: control room layout*, 1999.
- Ylinen, J., Nuorala, S., Hakkinen, K., Kautiaonen H. and Hakinen, A., Axial neck rotation strength in neutral and prerotated postures, *Clinical Biomechanics*, vol. 18, pp. 467-472, 2003.
- Bexander, C. S. M., Mellor R., and Hodges, P. W., Effect of gaze direction on neck muscle activity during cervical rotation, *Experimental Brain Research*, vol. 167, pp.422-432, 2005.
- Ng, D., McNee, C., Kieser, J., Farella, M., Neck and shoulder muscle activity during standardized work-related postural tasks, *Applied Ergonomics*, vol. 45, pp556-563, 2014.
- Buckle, P. W., and Devereux, J. J., The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders, *Applied Ergonomics*, vol.33, pp207-217, 2002.
- Mathiassen, S. E., Winkle, J., and Hägg, G. M., Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies-a review. *Journal of Electromyography and Kinegiology*, vol 5, pp.197-226, 1995.
- Farella, M., Palla, S., Erni, S., Michelotti, A., and Gallo, L. M., Masticatory muscle activity during deliberately performed oral tasks, *Physiological Measurement*, vol. 29, pp.2108-2114, 2008.

Author listings

Chang Yul Ok: cyok@ks.ac.kr

Highest degree: BS, Department of Media Arts & Sciences, Korea National Open University

Position title: Graduate Student, Department of Industrial and Management Engineering, Kyungsoong University

Areas of interest: Usability, HCI, UI/UX

Hong-In Cheng: hicheng@ks.ac.kr

Highest degree: PhD, Industrial Manufacturing and Systems Engineering, Iowa State University

Position title: Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Kyungsoong University

Areas of interest: Universal Design, Usability, HCI, UI/UX