

근전도 분석을 통한 거북목 증후군의 생체역학적 영향에 대한 고찰 An Investigation on the Biomechanical Effects of Turtle Neck Syndrome through EMG Analysis

*조원학¹, 이우용¹, #최현기¹

*W. H. CHO¹, W. Y. LEE¹, #H. K. Choi(hkchoi@skku.edu)¹

¹ 성균관대학교 기계공학과

Key words : Turtle Neck Syndrome, Electromyography, Muscular Fatigue, Muscle Activity

1. 서론

최근 정보 통신 산업과 초고속 인터넷의 보급으로 인하여 컴퓨터의 사용은 일상 생활에서 빼놓을 수 없는 요소로 자리 잡았다. 이에 따른 컴퓨터의 장시간 사용으로 인해 발생하는 신체질환 증상은 사회적으로 새로운 문제로 대두되고 있다. 이러한 증상들은 근골격계 장애, 시각계 장애, 심리적 장애와 피부 장애 등 많은 부분에서 나타나고 있으나 아직 그 원인이 명확하게 규명되어 있지 않다^{1,2}.

이러한 질환들의 발병 요인으로는 업무 방식, 작업 조건, 작업 환경 요인, 심리적 요인 및 인공사회학적인 요인들이 작용하는 것으로 알려져 있으며³, 이와 관련한 많은 연구들이 진행 중인 상황이다⁴.

국내, 외의 경우 근골격계질환의 급격한 증가는 최근 몇 년간 가장 중요한 문제로 인식되고 있다. 이로 인하여 생산성 저하, 근로의욕 저하, 품질 저하 등으로 경영손실은 물론 의료비의 부담이 커지고 있으며, 또한 근골격계질환에 대한 작업자들의 보상과 작업조건 개선에 대한 요구는 점차 증가하고 있다. 그리고 초고속 인터넷의 보급으로 컴퓨터 사용 인구가 폭발적으로 증가함에 따라 근로자뿐만 아니라 어린이, 학생 등까지 근골격계질환의 증가가 급증할 것으로 예상되며, 사회 문제로 발전할 것으로 생각된다. 따라서 이에 대한 대비가 필요할 것으로 사료된다⁵.

특히, 근골격계 장애를 유발하는 여러 가지 원인들 중에서 거북목 증후군은 요사이 많은 이슈가 되고 있다. 거북목 증후군은 주로 컴퓨터를 사용하는 시간이 많은 직장인이나 청소년에게서 주로 발생하는 증상으로 목이 거북이처럼 구부정하게 앞으로 굽어지는 현상을 말한다.

한편, 근전도 신호를 분석하면 근육의 활동 유무, 근육의 활성도를 알 수 있으며, EMG의 FFT(Fast Fourier Transform)와 파워 스펙트럼을 통해 얻어지는 중간 주파수(median frequency)의 감소로 근육의 피로도를 알 수 있다⁶.

본 연구에서는 거북목 증후군이 상지근육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 근전도(EMG: Electromyography) 측정법을 사용하였다. 근전도 신호를 이용하여 근육의 활성도와 피로도를 분석한 후, 이를 통해 장시간 컴퓨터 사용 시 거북목 증후군이 등 및 목 근육에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 연구 방법

과거에 이과학적(otologic), 신경학적(neurologic), 및 정형외과적(orthopedic) 질환을 앓았던 적이 없는 20대 남성 6명을 대상으로 하여 실험을 실시하였다. 피실험자는 실험 결과의 객관성을 위하여 비교적 비슷한 신체 조건을 가진 사람들을 대상으로 하였다.

거북목 진행상태를 파악하기 위해 간단하고도 흔히 이용되는 방법을 적용하였다. 피실험자를 차렷자세로 세운 후 귀의 중간에서부터 아래로 수직의 가상의 선을 그린다. 이때 어깨 중간선이 수직 선상에 있으면 정상적인 상태이다. 그러나, 그 선이 어깨 중간선 보다 앞으로 2.5cm 정도 나와 있으면 거북목이 진행되고 있는 상태이며, 5cm 이상

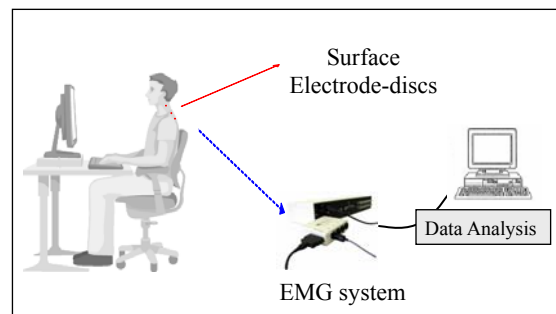


Fig. 1. Experiment schematic

나와 있으면 이미 거북목이 심각한 상태라 할 수 있다. 본 실험에서는 정상적인 상태와 거북목이 진행된 피실험자를 두 그룹으로 나누었다. 그리고 각각의 그룹의 피실험자들이 3시간씩 컴퓨터 작업을 수행하는 동안 1시간 간격으로 상지 근육의 근전도 신호를 측정하고 근육의 피로도를 분석하였다(Fig. 1).

근전도 전극은 목과 등 부분의 척추기립근(thoracolumbar paraspinal m.), 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid m.), 상부 승모근(upper trapezius m.), 중간 승모근(middle trapezius m.), 극하근(infraspinatus m.), 광배근(latissimus dorsi m.)에 각각 부착하였고, 근전도 신호는 8채널 근전도 시스템을 사용하여 데이터를 얻었다. (MyoSystem 1400, Noraxon, USA, Inc.) 피부는 면도하고 알코올을 묻힌 솜으로 피부의 각질 등을 제거하기 위해서 약간의 통증을 느낄 정도로 문질렀다. 전극은 일회용 Ag/AgCl 표면 전극(Noraxon Dual Electrodes)을 사용하였다. 이 전극은 직경 10mm의 원형 금속 디스크가 2개 부착되어 있고, 전극간 중심 거리는 20mm 이상이 되도록 하였다. 표면전극을 부착한 위치는 이전 연구를 참조하였다⁷.

케이블과 인터페이스는 최대한 전과 간섭을 제거하는 형태로 구성하였다. 근전도 신호는 프리앰플 1000-4000(피실험자에 따라서)로 하고 1KHz로 샘플링하였다. 잡음을 제거하기 위해서 10-80Hz band pass filter와 6차 butterworth를 사용하였다. 근전도의 파워 스펙트럼은 신호 처리 소프트웨어로 오프라인에서 계산하였다. 파워 스펙트럼의 함수는 FFT 분석의 moving average 필터로 21포인트마다 smoothing했고 최대값을 표준화(normalize)하여 계산하였다. 근육의 중간주파수(median frequency, MF)는 파워 스펙트럼에서 초기값을 퍼센트로 환산하였다^{8,9}.

3. 결과 및 고찰

3.1 근 활성화

Table 1.2에 장시간 컴퓨터 사용 시 정상인과 거북목 증후군의 목과 등 근육의 근활성도가 나타나고 있다. 대체적으로 정상인에 비해 거북목 증후군의 근활성도가 낮은 경향을 보이고 있다. 이러한 결과는 거북목 증후군의 목과 등 근육이 경직되어 있음을 나타낸다. 또한 장시간의 컴퓨터 작업 시 근활성도의 감소량이 적은 것은 거북목 증후군의 경우 목과 등 근육의 과도한 긴장과 수축으로 인해

Table 1. Mean values of muscle activities of the selected muscles in normal neck posture.

Muscle	Time	0 (muscle activities)	3 hour later (muscle activities)	Muscle Activities Decrease
Thoracolumbar Paraspinal		90.3 μ V	62.3 μ V	31.0%
Sternocleidomastoid		83.5 μ V	54.3 μ V	35.0%
Upper Trapezius		60.3 μ V	45.2 μ V	25.0%
Middle Trapezius		68.5 μ V	47.5 μ V	30.7%
Infraspinatus		70.7 μ V	50.4 μ V	28.6%
Latissimus dorsi		60.2 μ V	41.8 μ V	30.6%

Table 2. Mean values of muscle activities of the selected muscles in turtle neck posture.

Muscle	Time	0 (muscle activities)	3 hour later (muscle activities)	Muscle Activities Decrease
Thoracolumbar Paraspinal		70.5 μ V	51.6 μ V	26.8%
Sternocleidomastoid		45.2 μ V	37.5 μ V	17.0%
Upper Trapezius		47.2 μ V	35.9 μ V	24.0%
Middle Trapezius		56.9 μ V	41.3 μ V	27.4%
Infraspinatus		58.1 μ V	43.7 μ V	24.8%
Latissimus dorsi		47.3 μ V	35.3 μ V	25.4%

근육의 경직이 심해져서 근육의 수축과 이완이 적어지는 것으로 추정할 수 있다. 특히, 흉쇄유돌근은 정상인의 경우 35.0%의 감소를 나타내고 있는 반면 거북목증후군의 경우 17%로 6 개의 근육 중 정상인 대비 감소량이 가장 큰 것을 알 수 있다. 따라서 흉쇄유돌근의 경직이 가장 심한 것으로 나타났다.

3.2 근피로도

근전도 신호를 FFT 처리하여 파워 스펙트럼으로 분석하면 중간주파수 값을 구할 수 있다. 근육의 피로도는 중간주파수의 감소량으로 판별할 수 있으며, 중간 주파수의 감소량이 증가하면 그에 비례해서 근육의 피로도도 증가한다. 정상인에 대비한 거북목 증후군의 중간주파수 감소율은 척추기립근 53%, 흉쇄유돌근 137%, 상부 승모근 37%, 중간 승모근 67%, 극하근 25%, 광배근 61% 각각 더 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 거북목 증후군의 경우 경추의 변형으로 머리 부분이 불안정하게 되고 불안정한 머리 부분을 안정시키기 위해 목과 등 근육이 비정상적인 수축과 이완을 하여 정상인에 비해 피로가 커지게 되는 것이다. 특히, 흉쇄유돌근의 경우, 불안정한 머리 부분에 의해서 모멘트가 가장 크게 증가함에 따라 피로가 커지는 것으로 추정할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 거북목 증후군을 대상으로 장시간의 컴퓨터 사용 시 목과 등 근육의 근전도 신호를 측정하였다. 근활성도 및 FFT 와 파워 스펙트럼 분석을 통하여 근피로도를 구하고, 거북목 증후군이 목과 등 근육에 미치는 생체역학적 영향을 알아보았다.

거북목 증후군의 경우 정상인에 비해 목과 등근육의 근

활성도가 감소하고 피로도는 증가함을 보였다. 이러한 결과는 머리 부분의 불안정한 상태를 안정시키기 위해 목과 등 근육이 과도한 긴장과 수축을 반복하여 나타나는 현상으로 사료된다. 특히, 흉쇄유돌근의 경우 가장 큰 변화량을 나타내었다. 흉쇄유돌근의 변화량이 가장 큰 이유는 머리 부분의 불안정한 상태를 안정시키기 위한 근육의 과도한 긴장, 수축과 경추 구조의 변화로 인해 야기되는 하중의 증가가 흉쇄유돌근의 경직과 피로를 가중시킴에 따라 나타난다. 따라서 본 연구의 결과로 볼 때 거북목 자세로 장기간 컴퓨터 사용 시 경추를 지탱하는 목 부분의 근육과 등 근육의 불균형한 수축과 과도한 긴장으로 근육의 경직과 피로가 누적되고 이런 상태가 만성화되면 근육의 비정상적으로 발달로 인하여 통증을 유발할 수 있으며, 또한 피로의 누적으로 인하여 자극에 대한 반응과 근력을 약화시켜서 목 디스크가 발생할 확률이 높아질 것이라 사료된다.

거북목 증후군을 방지하려면 올바른 자세가 제일 중요하다. 컴퓨터 모니터를 눈높이까지 올려 목의 구부러짐을 피하고 또한 등을 구부리면 머리가 자꾸 앞으로 기울게 되므로 몸통을 바로 하는 것이 무엇보다 중요하다. 어깨를 뒤로 젖히고 가슴을 펴게 되면 목과 척추가 바로 잡혀 목과 등 근육의 경직과 피로가 크게 줄어든다.

향후 연구에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 거북목의 기구학적 분석을 통해 경추의 변형 메커니즘과 목 근육의 상호작용에 대한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

1. Park, K. Y., Bak, K. J., Lee, J. K., Lee, Y. S. and Ro, J. H., "Factors Affecting the Complaints of Subjective Symptoms in VDT Operators", The Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 9, No.1, pp. 156 - 169, 1997.
2. Kim, J. H., Kang, K. T. and Cho, Y. A., "The Influence of the Vertical Location of VDT Screen on the Ocular Dryness", Journal of The Korean Ophthalmological Society, Vol. 38, No.8, pp. 28 - 35, 1997.
3. Lim, S. H., Lee, Y. G., Son, J. Y. and Song, J. C., "Symptom Prevalence of Work-related Musculoskeletal Disorders and Related Factors among Bank Workers by visual Display Terminal Use", The Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 9, No.1, pp. 85 - 98, 1997.
4. Lee, S. D. and Kim, K. S., "A study of the relationship between the subjective symptoms of VDT syndrome and occupational factors in VDT operators " The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society, Vol. 18, No.6, pp. 70 - 83, 2001.
5. Kim, Y. C. and Hong, C. W., "A Study on the VDT Work Investigation and Preventive Counterplan of Office Workers for Preventing a VDT Syndrome", The Research Institute of Industrial Technology Development, Vol. 19, pp. 131 - 137, 2005.
6. Basmajian, J. V. and De Luca C. J., "Muscles Alive," Baltimore: Williams and Wilkins, 1985.
7. Perotto, A. and Delagi E. F., "Anatomic Guide for the Electromyographer-The Limbs and Trunk. " Springfield, IL: Tomas, 1996.
8. Snow, R. E., Williams K. R. and Holmes G. B., "The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in women," foot Ankle, Vol. 13, pp. 85-92, 1992.
9. Rodgers, M. M., "Dynamic foot biomechanics," J Orthop Sports Phys Ther, Vol. 21, pp. 306-15, 1995.