

컴퓨터 작업 시 전방머리자세 교정장치의 효과

이충휘

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소

유원규, 김민희

연세대학교 대학원 재활학과

Abstract

The Effect of Forward Head Posture Correctional Device During Computer Work

Chung-hwi Yi, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University
Institute of Health Science, Yonsei University

Won-gyu Yoo, M.Sc., P.T.

Min-hee Kim, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Work-related musculoskeletal disorder has been associated with long hours of computer work and prolonged periods of static posture. In clinical settings, postural correction is a common treatment approach for individuals with neck, shoulder, and back pain. This study was designed to identify the effect of Forward Head Posture Correctional Device during computer work. Twelve healthy adults (mean age, 27.4 yrs; mean height, 165.0cm mean weight, 65.8 kg) participated in the study. They had no medical history of neurological or surgical problems with their upper extremity. The subjects were asked to perform Head Forward Posture under the guidance of physical therapists and the measured angles were analyzed using a 3-D motion analysis system. Markers were placed on the C7 spinous process, tragus of the ear and forward head angle was between the line from the tragus to the C7 line and the Y-axis at the C7. The statistical significance of difference between, "without" and "with" correctional device was tested by paired t-test. A level of significance was set at $\alpha=.05$. In comparison of the computer work between "without" and "with" correctional device, Forward Head Angle was showed significant difference ($p<.05$). In conclusion, the range of Forward Head Angle was significantly decreased during computer work with the correctional device. Further research is needed to understand the nature of motor control problems in deep muscles in patients with neck, shoulder, and back pain.

Key Words: Correctional device; Forward head posture; Motion analysis.

이 논문은 2005학년도 연세대학교 학술연구비의 지원을 받았음.

통신저자: 이충휘 pteagle@yonsei.ac.kr

I. 서론

인간공학에서는 누적성 외상성 질환(cumulative trauma disorder)의 세 가지 유발요인으로 힘과 자세, 그리고 반복성을 공통적으로 언급하고 있다. 컴퓨터를 사용하는 작업은 이들 세 가지 요인이 모두 관여하는 매우 전형적인 사례이며, 이들 요인들이 작업자의 신체에 중대한 영향을 미치게 된다(Chiu 등, 2002; Laeser 등, 1998; Szeto 등, 2002). 정적이며 매우 반복적으로 근육에 부하가 걸리는 직업에 종사하는 경우 목과 어깨 주변의 통증으로 인해 많은 문제점을 발생된다(Hagberg와 Wegman, 1987). 장시간 지속되는 컴퓨터 작업은 상체의 정적인 자세(static posture)를 필요로 하며(Sauter 등, 1991), 키보드 작동을 하는 동안 손과 머리의 자세가 고정된 채 스크린을 주시해야 하기 때문에 작업자는 장시간 동안의 부자연스런 자세로 인하여 지속적으로 정적 부하에 노출된다(권혁철과 정동훈 2001; Chung와 Choi 1997).

이완된 자세(relaxed postures)는 수동적이고 무저항적인 자세로써, 서있을 때는 앞으로 기울어지는 자세(toward sway standing posture)나 앉아있을 때는 구부정한 자세(slouched sitting posture)를 나타낸다(Dolan 등, 1988). 우리 몸에서 머리의 무게는 체중의 약 1/7이 되며 정적인 자세를 유지하기 위해 목과 어깨 상지의 근육들에 과도한 부하가 가해지게 되고 결국 손상을 받게 된다(Sauter 등, 1991). 머리를 앞으로 숙인 자세는 목 주변에 많은 부하를 전달하여 정상적인 기립 자세에 비하여 약 3.6배 더 큰 부하가 전해진다(Sauter 등, 1991). 전방머리자세(forward head posture)는 일반적으로 목뼈 아래쪽 부위의 굽힘(flexion)과 목뼈 위쪽 부위의 폽(extension)이 함께 나타나며 목과 어깨의 통증이 있는 환자에서 주로 관찰된다(Braun과 Ammundson, 1989; Hanten 등, 1991).

경추의 지속적인 전방굴곡(forward flexion)은 목 주변조직의 부하를 증가시키고(Gooch와 Randle, 1993; Harms-Ringdahl 등, 1986; Twomey와 Taylor, 1982), 이러한 현상은 목 주변근육들의 근전도상 활동을 증가시키게 된다고 보고하였다(Schuldt 등, 1986). 결국 전방 머리 자세로 인한 목 주변 근육과 관절 부하의 증가는 컴퓨터 작업 시 목과 어깨 통증 발생의 주요 원인이 된다(Grace 등, 2002). 임상에서는 일반적으로 전방머리 자세가 목과 어깨의 만성적인 통증을 유발하는 주요 요

인으로 여겨지고 있다(Chiu 등, 2002; Szeto 등, 2002). Chiu 등(2002)은 목과 어깨의 통증을 호소하는 환자들 의 60%가 경추의 상부를 과다전만(hyperlordosis)시키고 턱을 앞으로 내밀고(protraction) 있는 전방머리자세를 취하고 있다고 보고하였다.

Kleine과 Schumman(1999)은 어깨자세 변화에 따른 상부 등세모근의 활성도를 연구하였고, Tepper 등(2003)은 컴퓨터 작업 시 상부 등세모근의 근 활성도상에 미치는 효과에 대하여 연구하였다. 이러한 연구들을 통해 바르지 않은 자세가 주변근육의 상부 등세모근의 과도한 긴장을 가져온다는 결과를 얻어내었고, 이것이 골격계(skeletal system)에 비정상적인 힘의 발생을 유도하여 통증이 유발된다는 것을 알아내었다(Aspden, 1992). Kilbom(1994)은 작업자에 대한 근전도 조사와 검진에서 가장 많은 질병이 어깨의 근막통증증후군(myofascial pain syndrome, tension neck syndrome)이라고 보고하였고, Szeto 등(2002)은 목과 어깨통증을 호소하는 여성들에게서 통증이 없는 여성들에 비해 컴퓨터 작업 시 목 굴곡자세와 머리기울임(head tilt)이 증가하는 양상을 보였다고 하였다.

자세교정은 골격계를 정렬시킴으로써 이러한 구조물이 받는 스트레스를 감소시켜준다. 임상에서도 자세교정은 목과 어깨에 관련된 통증을 위한 치료로써 흔히 적용되고 있다(McLean, 2005). 전방머리자세로 인해 발생할 수 있는 통증의 종류, 원인 및 주변 근육에 미치는 영향에 대한 이론적인 연구는 많았으나, 전방머리자세를 예방하거나 자세가 무너지는 것을 교정시킬 수 있는 장치에 대한 개발은 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 컴퓨터 작업을 수행하는 동안 고주파 발진형 근접센서를 이용한 전방머리자세 교정장치가 전방머리각도(forward head angle)에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 연구 참여에 동의하고, 최근 1년 동안 1일 평균 4시간 이상씩 지속적으로 컴퓨터를 사용해 왔던 성인 12명을 대상으로 하였다. 목과 어깨 및 상지의 관절운동범위에 제한이 없으며, 상지의 근골격계 질환(musculoskeletal disorder)이 없는 자, 지각이상 등의

신경학적 증후(neurological sign)가 없는 자, 그리고 최근 6개월 이내에 목과 어깨 및 상지의 통증으로 인하여 병원에서 치료를 받은 경험이 없는 자로 정하였다.

2. 실험도구

가. 삼차원 동작분석 시스템

상지움직임의 변화는 실시간 삼차원 동작분석 장치인 CMS-HS¹⁾를 사용하였다. 이 장치는 개인용컴퓨터, 능동표식자, 측정감지기, 케이블어댑터, CMS-HS 기본장비로 이루어졌으며, 대상자의 상지에 부착된 능동표식자에서 초음파신호를 보내며 측정감지기는 초음파 신호를 인식하고 그 위치 정보가 컴퓨터에 저장되었다. 윈도우 WinData 2.19 프로그램(Zebris Medizintechnik, GmbH, Isny, Germany)을 이용하여 표식자의 위치정보를 수집했으며, 단일 표식자(single marker) 2개가 사용되었고, 표본추출률(sampling rate)은 50 Hz로 하였다.

전방머리각도를 측정하기 위한 표식자의 부착부위는 오른쪽 왼쪽 귀구슬(tragus of the ear)과 C7 척추 가시돌기로 설정하였고, C7 척추돌기를 지나는 수평직선에서 귀구슬에 부착된 표식자 사이의 각도를 측정하였다(Szeto 등, 2002; Yoo 등, 2005)(그림 1).

나. 전방머리자세 교정장치

무 접촉으로 검출범위내로 진입하는 검출물체의 유무를 판별하는 센서로써 반영구적인 수명으로 공장자동화 라인에 광범위하게 사용되고 있는 근접센서 중 검출거리가 50 mm인 장거리 검출에 이용되는 고주파 발진형 AS80-50DN3²⁾ 이용하여 청각적 피드백이 발생하게 하였다. 접근센서는 구부러진 체간의 기준점인 T12~L1 척추 가시돌기 부위높이에 수평하게 의자 등받이에 부착하였고(O'Sullivan 등, 2002)(그림 1), 모든 대상자들은 접근센서가 인식할 수 있도록 도체성분이 부착된 벨트를 T12~L1 척추 가시돌기 부위높이에 착용하였다. 검출물체의 모양, 크기, 재질에 따라 검출거리가 변화하므로 검출거리를 확인 후, 검출물체를 설정거리 이내로 통과하도록 하였다.

3. 실험방법

교정장치 적용 전과 적용하는 동안 각 10분간 컴퓨터 작업을 실시하도록 하였고, 삼차원 동작 분석기를 이용하여 처음에 바르게 앉은 자세에서의 전방머리각도를 기준으로 컴퓨터 작업을 하는 동안에 변화량을 측정하였다. 대상자들에게 교정장치 의자의 피드백을 통한 자세 수정 이외의 연구목적에 관해서는 설명하지 않았다. 각 작업을 하는 순서는 무작위로 설정하였고, 모든



그림 1. 삼차원 동작분석 시스템과 고주파 발진형 근접센서를 이용한 전방머리자세 교정장치

1) Zebris Medizintechnik, GmbH., Isny, Germany.

2) Autonics Inc., Seoul, Korea.

대상자들은 컴퓨터 작업 시 의자와 책상의 높낮이를 조절하여 무릎관절, 엉덩관절이 모두 90°를 유지할 수 있도록 설계하였다. 모니터의 높이는 눈높이에서 12° 아래에 위치하게 하였고, 발은 어깨넓이로 벌리도록 하였다.

각 작업은 임의로 설정된 여러 종류의 문서작업들 중 무작위로 선택하여 실시하였다. 문서의 높낮이나 배치된 위치에 따라 머리움직임에 영향을 미칠 수 있으므로 문서작업은 한 개의 15인치 모니터에 두 개의 문서창을 열어놓고 실시하도록 하였다(그림 2). 10분 동안 측정된 동작분석 자료 중 실험환경에서 나타날 수 있는 긴장으로 인한 의식적인 자세 수정의 영향을 없애기 위해 앞의 5분을 제외한 나머지 5분 동안의 전방머리각도 변화량을 비교하였다. 첫 번째 작업이 다음 작업에 영향을 미칠 수 있으므로 각 컴퓨터 작업 간 5분의 휴식을 취하도록 하였다.

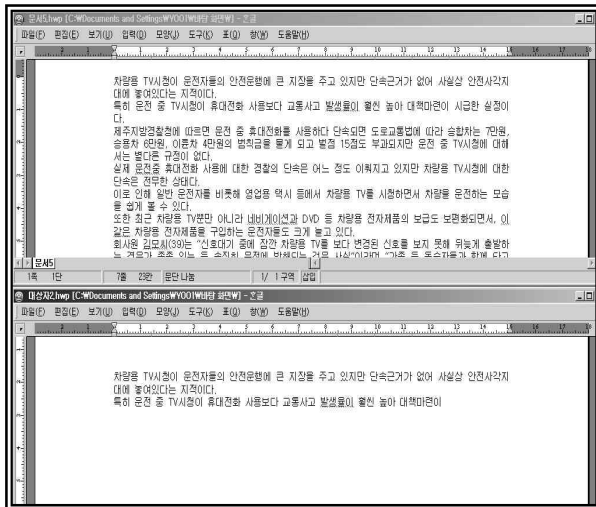


그림 2. 실험에 적용된 컴퓨터 문서작업 형태

4. 분석방법

교정장치를 적용하기 전과 교정장치를 적용하는 동안 전방머리각도의 변화량을 비교하기 위해 짝비교 t-검정 (paired t-test)을 사용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 $\alpha=.05$ 로 하였고, 수집된 자료는 상용통계프로

그램인 윈도용 SPSS version 11.0 프로그램을 이용하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 특성은 다음과 같다(표 1). 대상자의 평균나이는 27.4세였으며, 평균신장은 165.0 cm, 평균체중은 65.8 kg이었다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=12)

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	27.4±3.2	24~30
신장(cm)	165.0±3.3	159~177
체중(kg)	65.8±4.6	52~70

2. 교정장치 적용 전과 적용하는 동안의 전방머리각도의 변화량에 대한 짝비교 t-검정 결과

교정장치 적용 전과 적용하는 동안에 컴퓨터 작업을 실시하고, 삼차원 동작 분석기를 이용하여 전방머리각도의 변화량을 측정하여 작업하는 동안의 평균 전방머리각도의 변화량을 짝비교 t-검정한 결과, 교정장치를 적용하는 동안 전방머리각도의 변화량이 유의하게 감소하였다($p<.05$). 교정장치 적용 전 전방머리각도의 변화량은 10.82°였고, 교정장치를 적용하는 동안의 전방머리각도의 변화량은 7.32°였다(표 2).

IV. 고찰

근골격계 통증은 작업자의 기능적인 능력과 작업부하간의 만성적인 불균형에 의한 것으로 보고되었다 (Mathiassen과 Winkel, 1996). Sauter 등(1991)은 컴퓨터 사용자를 대상으로 설문 조사를 실시한 결과, 작업

표 2. 교정장치 적용 전과 적용하는 동안의 전방머리각도에 대한 짝비교 t-검정 결과 단위: °

	교정장치 적용 전	교정장치 적용	t-값	p
	평균±표준편차	평균±표준편차		
전방머리각도의 변화량	10.82±4.77	7.32±2.97	4.76	.001

자세가 근골격계 문제를 발생시킬 수 있는 가장 주요한 요인이라고 보고하였다. 이를 바탕으로 많은 연구들을 통해 작업 자세를 향상시키기 위한 모니터의 높이, 키보드 혹은 마우스 모양과 위치, 책상과 의자의 높이, 머리의 각도들 관한 실험이 실시되었다(Burgess-Limerick 등, 1999).

본 연구에서는 이런 연구들에서 얻어진 눈높이의 각도, 앉은 자세, 의자와 작업대의 높이를 바탕으로 실험 환경을 바탕으로 컴퓨터 작업을 하는 동안 직접적인 흉추부위의 피드백 교정장치가 전방머리각도의 변화량에 미치는 영향을 알아보았다. 교정장치는 검출물위내로 진입하는 검출물체의 유, 무를 판별하는 센서로써 반영구적인 수명으로 공장자동화 라인에 광범위하게 사용되고 있는 고주파 발진형 근접센서를 이용하였고, 교정장치를 사용하기 전과 사용하는 동안의 전방머리각도의 변화를 분석하기 위해 삼차원 동작분석 장치인 CMS-HS를 사용하였다. 그 결과, 교정장치를 적용하기 전에 전방머리각도의 변화량은 10.82°, 적용하는 동안에 전방머리각도의 변화량은 7.32°를 나타내었고, 짝비교 t-검정을 통해 교정장치를 적용하기 전보다 피드백을 주는 교정장치를 적용하는 동안 전방머리각도의 변화량이 유의하게 감소하는 결과를 얻어내었다.

체간의 움직임은 체간 주변근의 근활성도 뿐만 아니라, 목 주변근의 근활성도나 목의 자세에 영향을 미치게 된다고 하였다(Villanueva 등, 1997). Kumar 등 (2005)은 체간의 중립자세와 앞으로 굴곡한 자세에서 머리에 충격을 주었을 때의 경추 주변근의 근활성도를 측정하였다. 체간의 왼쪽 굽힘, 오른쪽 굽힘 시 목빗근(sternocleidomastoids), 등세모근, 머리털판근(splenius capitis)의 활성도를 비교하였는데 체간을 굴곡시킨 상태로 머리에 충격을 주었을 때, 중립자세일 때보다 경추 주변근의 근활성도가 유의하게 감소하는 경향을 보였다고 보고했다(Kumar 등, 2005). 본 연구에서도 체간의 움직임에 대한 피드백이 전방머리각도의 변화량을 유의하게 감소시키는 결과를 얻어내었다.

현재 자세에 관련된 연구들은 대부분 운동형상학적인 측정결과를 얻어내기 위해서 이차원 비디오 분석이나 삼차원 동작 분석시스템이 사용하고 있다(Kemper 등, 2002). 본 연구에서 사용된 삼차원 동작 분석시스템은 표식자 지름이 1 cm로 대상자와 접촉하는 면을 최소화 시켜 대상자의 움직임에 대한 제한이 적으며, 대상자의 움직임에도 표식자 위치 변화를 최소화하여 실시

간으로 얻어지는 자료에 대한 정확한 측정이 가능하였다. 그러나 대상자들이 작업을 실시하는 동안 실험에 대한 의식으로 인한 긴장과 대상자 간의 다른 작업환경에 대한 적응 속도의 차이로 인해 발생할 수 있는 문제점들은 통제할 수 없었다.

구부정한 앉은 자세 시 척추세움근(erector spinae)의 근활성도는 감소한다고 많은 선행연구들이 보고하고 있다(Andersson 등, 1996; Snijders 등, 1995). 이것을 굽힘이완 현상(flexion-relaxation phenomenon)이라고도 하는데 척추의 굴곡 가동범위 끝(end-range)에서 나타나는 자세유지 근육들의 근활성도 감소를 말한다(Solomonow 등, 2003). 그러므로 전방머리각도의 교정을 위해서는 체간과 목의 근육들에 대한 선택적인 활성화 증가와 과도한 긴장상태를 유지하는 목의 펌근육들(neck extensor muscles)의 이완이 중요하다(Burgess-Limerick 등, 1999; Hamilton, 1996). 본 연구결과를 통해서도 알 수 있듯이 체간의 굽힘에 대한 피드백이 전방머리각도에 직접적인 영향을 미쳤다. 이는 체간에 있는 큰 근육들이 목, 어깨, 체간을 바르게 유지하는데 우선적으로 영향을 미치기 때문이라고 사료되나, 본 연구에서 얻어진 자료를 통해서서는 정확히 증명할 수 없었다. 이를 위해서는 체간에 구부러짐에 대한 전방머리각도와와의 관계와 전방머리각도에 영향을 미칠 수 있는 그 외의 요인들에 대한 연구들이 뒷받침되어야 할 것이다.

누적외상성 질환은 누적적이고 특정 신체 부위에 지속적인 스트레스로 인하여 장기간에 걸쳐 점차적으로 발생되며, 장시간의 컴퓨터 작업 시 근골격계 질환으로 발전하는 주목할 만한 위험요인이 목과 어깨의 부자연스러운 자세 때문일 것이라고 보고하였다(Chaffin, 1973; Hagberg, 1984). 근골격계의 불편함(discomfort)은 작업자의 기능적인 능력과 작업부하간의 만성적인 불균형에 의한 것으로 추측되어져 왔으며, 만성적인 불균형은 작업자의 작업자세 교정을 통하여 의해 줄일 수 있다고 보고되었다(Mathiassen과 Winkel, 1996). 임상에서도 자세교정은 목과 어깨에 관련된 통증을 위한 치료로써 흔히 적용되고 있다. 작업자의 자세교정은 근활성에도 많은 변화를 가져온다. 그러므로 부적절한 작업 환경으로 인한 근골격계 통증의 예방 및 감소를 위한 연구를 위해서는 삼차원 동작분석과 함께 근전도를 이용한 통합적인 분석인 연구가 필요하다. 또한 이를 바탕으로 전방머리각도 교정을 위한 좀 더 과학적이고 정교한 피드백 장치에 대한 연구도 함께 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 컴퓨터 작업을 하는 동안 직접적인 피드백 교정장치가 전방머리각도의 변화량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 교정장치는 검출범위내로 진입하는 검출물체의 유,무를 판별하는 고주파 발전형 근접센서를 이용하였고, 교정장치를 사용하기 전과 사용하는 동안의 전방머리자세의 변화를 분석하기 위해 삼차원 동작분석시스템을 이용하였다. 그 결과, 흉추부위에 피드백을 주는 교정장치를 적용하기 전보다 교정장치를 적용하는 동안에 전방머리각도의 변화량이 유의하게 감소하는 결과를 얻어내었다.

자세교정은 근활성도에 많은 변화를 가져오기 때문에, 근골격계 통증을 가장 흔히 유발시키는 원인이 되고 있는 전방머리자세에 대한 자세교정과 적절한 근재교육을 위해서는 삼차원 동작분석과 함께 근전도를 이용한 운동학적인 분석에 대한 더 많은 연구가 선행되어야 할 것이다.

VI. 인용문헌

권혁철, 정동훈. 스크린 높이와 서류 고정대 위치에 따른 경부 주위 근육의 활성정도 비교. 대한물리치료학회지. 2001;13(3):829-837.

Andersson E, Oddsson L, Grundstrom H, et al. EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1996;11:392-400.

Aspden R. Review of the functional anatomy of the spinal ligaments and the lumbar erector spinae muscles. Clin Anat. 1992;372-387.

Braun BL, Amundson LR. Quantitative assessment of head and shoulder posture. Arch Phys Med Rehabil. 1989;70(4):322-329.

Burgess-Limerick R, Plooy A, Fraser K, et al. The influence of computer monitor height on head and neck posture. Int J Ind Erg. 1999;23:171-179.

Chaffin, DB. Localized muscle fatigue-definition and measurement. J Occup Med. 1973;15(4):346-354.

Chiu TT, Ku WY, Lee MH, et al. A study on the

prevalence and risk factors for neck pain among university academic staff in Hong Kong. J Occup Rehabil. 2002;12:77-91.

Chung MK, Choi KI. Ergonomic analysis of musculoskeletal discomforts among conversational VDT operators. Computer & Industrial Engineering. 1997;33:521-524.

Dolan P, Adams M, Hutton W. Commonly adopted postures and their effect on the lumbar spine. Spine. 1988;13:197-201.

Gooch JL, Randle J. Force perception before and after maximal voluntary contraction. Percept Mot Skills. 1993;76(2):399-402.

Grace EG, Sarlani E, Reid B. The use of an oral exercise device in the treatment of muscular TMD. Cranio. 2002;20(3):204-208.

Hagberg M. Occupational musculoskeletal stress and disorders of the neck and shoulder: A review of possible pathophysiology. Int Arch Occup Environ Health. 1984;53(3):269-278.

Hagberg M, Wegman DH. Prevalence rates and odds ratios of shoulder-neck disease in different occupational group. Br J Ind Med. 1987;44:602-610.

Hanten WP, Lucio RM, Russell JL, et al. Assessment of total head excursion and resting head posture. Arch Phys Med Rehabil. 1991;72(11):877-880.

Hamilton N. Source document position as it affects head position and neck muscle tension. Ergonomics. 1996;39(4):593-610.

Harms-Ringdahl K, Ekholm J. Intensity and character of pain and muscular activity levels elicited by maintained extreme flexion position of the lower-cervical-upper-thoracic spine. Scand J Rehabil Med. 1986;18:117-126.

Kamper DG, McKenna-Cole AN, Kahn LE, et al. Alterations in reaching after stroke and their relation to movement direction and impairment severity. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(5):702-707.

Kilbom A. Repetitive work of the upper extremity: Part II-The scientific basis for the guide. Int J Ind Erg. 1994;14:59-86.

- Kleine BU, Schumann ND, Bradl I, et al. Surface EMG of shoulder and back muscle and posture analysis in secretaries typing at visual display units. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999;72(6):387-394.
- Krumar S, Ferrari R, Narayan Y, et al. Effect of trunk flexion on the occupant neck response to anterolateral whiplash impacts. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84(5):346-354.
- Laeser KL, Maxwell LE, Hedge A. The effect of computer workstation design on student posture. *Journal of Research on Computing in Education*. 1998;31(2):173-188.
- Mathiassen SE, Winkel J. Physiological comparison of three interventions in light assembly work: Reduced work pace, increased break allowance and shortend working days. *Int Arch Occup Environ Health*. 1996;68:96-108.
- McLean L. The effect of postural correction on muscle activation amplitude recorded from the cervicobrachial region. *J Electro Kinesio*. 2005;15:527-535.
- O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, et al. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. *Spine*. 2002;27(11):1238-1244.
- Sauter SL, Schleifer LM, Kuntson SJ. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Hum Factors*. 1991;33(2):151-167.
- Schuldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, et al. Effects of changes in sitting work posture on static neck and shoulder muscle activity. *Ergonomics*. 1986;29(12):1525-1537.
- Snijders CJ, Slagter AH, van Strik R, et al. Why leg crossing? The influence of common postures on abdominal muscle activity. *Spine*. 1995;20:1989-1993.
- Solomonow M, Baratta RV, Banks A, et al. Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females. *Clin Biomech*. 2003;18(4):273-279.
- Szeto GP, Straker L, Raine S. A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers. *Appl Ergon*. 2002;33(1):75-84.
- Tepper M, Vollenbroek-Hutten MMR, Hermens HJ, et al. The effect of an ergonomic computer device on muscle activity of the upper trapezius muscle during typing. *Appl Ergon*. 2003;34:125-130.
- Twomey L, Taylor J. Flexion creep deformation and hysteresis in the lumbar vertebral column. *Spine*. 1982;7(2):116-122.
- Villanueva MB, Jonai H, Sotoyama M, et al. Sitting posture and neck and shoulder muscle activities at different screen height settings of the visual display terminal. *National Institute of Industrial Health*. 1997;35(3):330-336.
- Yoo W, Kim M, Yi C. Intra-rater and inter-rater reliability of various forward head posture measurements. *Physical Therapy Korea*. 2005;12(4):41-47.

논문접수일	2005년 11월 30일
논문게재승인일	2006년 1월 31일