

컴퓨터 작업 동안 키보드의 위치가 척수손상자의 근활성도에 미치는 영향

박수현*, 정민예**, 유은영**, 박수현**, 이진***, 고상백****, 노정석*****

*여주대학 작업치료과

**연세대학교 작업치료학과

***강원대학교 제어계측공학과

****연세대학교 원주의과대학 예방의학과

*****한서대학교 물리치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 상위흉수손상군, 하위흉수손상군, 정상군을 대상으로 체간과 상지의 컴퓨터 사용과 관련된 여덟 가지 근육의 활성도를 측정하여 흉수손상자에게 적절한 키보드의 위치를 제시하고자 실시되었다.

연구방법 : 연구대상자는 미국 척수 손상 협회(American Spinal Injury Association; ASIA) A 또는 B의 흉수손상자 중 상위흉수손상자(T_2-T_8) 9명, 하위흉수손상자(T_9-T_{12}) 11명, 그리고 정상인 9명이었다. 적절한 키보드의 위치를 알아보고자 두 가지 위치 즉, 팔꿈치 굽힘 100° 위치와 팔꿈치 굽힘 70° 위치에서 근활성도를 측정하였다. 모든 대상자는 2분간 메트로놈의 박자에 맞춰 키보드 중간열의 키를 1초에 4타의 속도로 타이핑하였으며 이때 표면근전도기를 이용하여 목과 어깨의 목세움근, 위등세모근, 앞어깨세모근, 뒤세모근, 중간등세모근과 손목뾰근군, 그리고 척수손상자의 체간유지 보조근육인 넓은 등근과 큰가슴근의 근활성도(%RVC)를 측정하였다.

결과 : 상·하위흉수손상군의 측정치는 정상인과 동일하게 팔꿈치 굽힘 100° 의 자세에 비해 팔꿈치 굽힘 70° 인 위치에서 위등세모근, 손목뾰근군, 앞어깨세모근의 활성도가 유의하게 낮게 나타났다. 또한 하위흉수손상군의 경우 정상인과 다르게 팔꿈치 굽힘 100° 높이에서 목세움근과 넓은등근의 활성도가 유의하게 증가하였다.

결론 : 흉수손상자의 체간과 상지의 근긴장도를 감소시키기 위해 적절한 키보드 위치는 팔꿈치 굽힘 70° 정도의 높이였다. 차후 연구에서는 보다 많은 척수손상자를 대상으로 장시간의 포괄적 컴퓨터 작업을 적용하여 장애특성에 적합한 VDT 환경을 파악하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어 : 인간공학, 척수손상, 컴퓨터, 키보드, 표면근전도

I. 서 론

장애인에게 컴퓨터는 학습력을 향상시키고 경쟁고용을 가능하게 하는 강력한 도구인 동시에 사회적 의사소통을 포함한 일상생활활동과 여가를 위한 수단이다(통계청, 2007; Berg Rice, 1998; Straker et al., 2008). 특히 척수

손상자의 경우 타 장애유형에 비해 구직 및 취업률이 높으며 이와 관련된 컴퓨터 사용의 빈도도 높다(한국장애인고용촉진공단, 2009). 또한, 보조공학에 대한 국가적 관심과 지원 증가로 컴퓨터를 이용한 접근이 지속적으로 증가하고 있으며 공학기술의 지원을 원하는 장애인 역시 컴퓨터에 대한 욕구가 큰 것으로 조사되었다(최미나, 2010).

교신저자 : 정민예(minye@yonsei.ac.kr)

* 본 논문은 박사학위 논문임.

|| 접수일: 2012.4.30

|| 심사일: 2012. 5. 11

|| 게재승인일: 2012. 6.18

그러나 컴퓨터 영상단말기(Visual Display Terminal; VDT)의 장시간 사용은 반복 동작과 정적 부하, 부적절한 자세를 유발하여 사용자의 건강을 위협하는 주요인으로 작용한다(Eltayeb, Staal, Hassan, & de Bie, 2009; Marcus et al., 2002). 이러한 심각성으로 인해 국가차원에서 컴퓨터 사용 자세에 관한 가이드라인과 지침이 제시되었으나(노동부, 2004; OSHA, 2003), 컴퓨터 기기와 작업환경의 끊임없는 변화로 인해 인간공학적 작업자세와 작업환경은 지속적으로 연구의 관심사가 되고 있다.

이러한 컴퓨터 작업자세에 관한 연구 중 정상인에 비해 신체적 위험요인에 더욱 노출되어 있는 장애인의 VDT 작업에 관한 객관적 연구는 전무한 실정이다(McKinley, Tewksbury, Sitter, Reed, & Floyd, 2004; Wu, Yang, Ho, & Jane, 2009). 특히 흉수손상자들은 정상적인 상지 기능으로 인해 정상인과 동일한 작업환경 속에서 컴퓨터를 접하게 되나 정상인의 평균치를 기준으로 설정되어 있는 작업환경은 휠체어 사용자에게는 물리적, 환경적 차이를 유발한다(Abdel-Moty & Khalil, 1991). 또한 정상인의 경우 VDT 작업 시 감각입력을 통해 몸을 기울이거나 앉은 자세를 바꾸어 정적 부하를 감소시키거나 감각이 저하된 휠체어 장애인의 경우 이러한 조정이 어려워 근골격계 질환의 위험이 크다(Eltayeb et al., 2009).

컴퓨터 사용과 관련된 누적외상성 근골격계질환은 주로 어깨, 팔꿈치, 손목에서 발생하며 이는 작업시 키보드의 위치와 관련성이 높다(Gerr, Monteilh, & Marcus, 2006). 특히 휠체어 사용자의 경우 휠체어의 추진과 체중 이동 및 지지로 인해 손목질환의 발생빈도도 높아(Yang et al., 2009), 컴퓨터 작업과 같은 반복적인 손과 손목 사용이 관련 질환을 더욱 유발하는 요인으로 작용한다. 또한 정상인을 기준으로 설계된 작업 환경으로 휠체어가 진입할 때 휠체어 팔걸이가 높은 경우 책상으로의 접근이 어려워 책상의 높이를 높여 휠체어를 진입시키거나 컴퓨터용 책상에 비해 높은 표준책상 위에 키보드를 올려 사용한다. 이 경우 높은 키보드의 위치는 어깨의 과도한 벌림과 안쪽 돌림이 유발하게 된다. 이러한 자세는 척수손상자의 주요 합병증인 어깨회전근의 부딪힘증후군(impingement syndrome)을 가중시키는 자세이므로 이러한 컴퓨터 사용이 휠체어 사용자의 목과 어깨, 상지에 미치는 영향에 대한 객관적 연구가 필요하다(Bromley, 2006; Sinnott, Milburn, & McNaughton, 2000).

휠체어 척수장애인을 대상으로한 유일한 연구인 Wu와 Yang(2005)의 연구의 실험에서는 팔꿈치 높이, 팔꿈치 높이보다 5cm 위, 팔꿈치 높이보다 5cm 아래의 3가지 조건에서 사용자의 주관적 선호도와 피로도를 조사하여 주관적 측정에 그치고 있다. 반면 정상인을 대상으로 키보드 사용과 근활성도의 관련성을 연구한 논문들은 주로 키보드 높인 책상의 높이(Laursen, Jensen, Grade, & Jorgensen, 2002; Lindegard et al., 2003), 아래팔 지지 여부(Aarås, Fostevold, Ro, Thoresen, & Larsen, 1997; Cook, Burgess-Limerick, & Papalia, 2004; Moffet, Hagberg, Hansson-Risberg, & Karlqvist, 2002), 아래팔 지지와 관련된 책상의 형태(Straker et al., 2008), 키보드의 기울기(Simoneau, Marklin, & Berman, 2003)를 다루고 있다. OSHA(2003)에서는 책상의 높이와 관련된 팔꿈치의 굽힘 각도의 허용범위를 90°를 기준으로 수평 위 20°, 수평 아래 45°로 제시하고 있으나 이는 범위가 지나치게 넓어 적절한 자세로 제시하기에는 한계가 있으며 수평 위 자세는 키보드 위치관련 연구에서 부정적인 결과를 보여 연구 간의 이견을 보이고 있다(임상혁, 박희석과 김현옥, 2000; Zennaro, Läubli, Krebs, Krueger, & Klipstein, 2004). 반면 팔꿈치 아래 키보드를 위치시킨 Gerr 등(2006)의 연구에서는 목과 어깨 손상의 위험을 감소시키는 것으로 조사되었으나, 이러한 결과가 기능적 제한을 지닌 휠체어 장애인에게서도 동일하게 나타나는지에 대한 연구가 필요하다.

특히 체간근육이 완전히, 또는 부분적으로 마비된 흉수손상자들은 의자의 등받이 같은 외적 지지를 이용하거나, 내적 지지를 위해 허리부분에서 정지하는 넓은 등근과 어깨대에 안정성을 주는 큰가슴근을 활성화 시키므로 컴퓨터 사용시 체간근육의 사용을 고려해야 한다(Chiu et al., 2002; Potten, Seelne, Drukker, Reulen, & Drost, 1999; Seelen, Potten, Huson, Spaans, & Reulen, 1997; Seelen, Potten, Urukker, Reulen, & Ponset, 1998).

작업치료사는 장애인의 사회참여를 위해 손상된 기능의 회복 뿐 아니라 재활보조공학 도구를 활용한 보완적 접근을 통해 손상된 기능을 대체 또는 지원해야 한다(Foy et al., 2011). 또한 이러한 도구들이 장애 특성에 따라 적절히 적용될 수 있도록 사용자와 작업, 작업환경을 분석하는 인간공학적 중재를 실시해야 한다(Pendleton & Schultz-Krohn, 2006). 따라서 본 연구에서는 컴퓨터 사

표 1. 델파이 참여자의 일반적인 특성

(단위: 명)

특성	상위홍수손상군 (n=9) <i>M</i> ± <i>SD</i>	하위홍수손상군 (n=11) <i>M</i> ± <i>SD</i>	정상군 (n=9) <i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>p</i>
연령(세)	35.5 ± 6.0	37.1 ± 5.2	32.9 ± 4.8	.23
신장(cm)	169.7 ± 3.6	169.2 ± 2.7	171.2 ± 4.1	.41
체중(kg)	65.7 ± 6.9	67.1 ± 6.9	71.0 ± 5.4	.16
앉은눈높이(cm)	123.4 ± 4.5	120.9 ± 3.6	121.7 ± 2.9	.32
앉은팔꿈치높이(cm)	73.3 ± 3.2	73.2 ± 3.1	73.7 ± 1.9	.98
발병기간(년)	4.3 ± 2.1	3.1 ± 1.9		
척수손상수준	T ₄ (n=5), T ₆ (n=4)	T ₁₀ (n=4), T ₁₂ (n=7)		

용 빈도가 높은 홍수손상자를 대상으로 키보드 높이에 따른 체간과 상지 근육의 활성도를 객관적으로 분석함으로써 장애 특성에 맞는 적절한 키보드 높이를 제언하고자 실시되었다.

참석한 1명을 제외한 모든 대상자들은 과거 컴퓨터를 사용한 경험이 있었다.

연구자는 실험의 목적과 방법을 연구 대상자들에게 설명하고 실험 참여에 대한 동의를 구하였으며 이에 동의하는 자만을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 상위홍수손상자(T2~T8) 9명, 하위홍수손상자(T9~T12) 11명, 정상인 9명을 대상으로 실시되었다. 연구에 참여한 척수손상자는 표준 신경학적 분류(ASIA, 2000) A 또는 B 수준의 완전손상자로 손상수준과 분류는 의료기록 검토를 통해 확인하였다. 또한 본 연구에 참여한 홍수손상자는 욕창, 구창, 이소성골화증, 심혈관계질환과 같은 척수손상의 이차적 질환이 없는 자로 선정되었다.

정상인을 포함한 모든 대상자는 성별에 따른 신체측정의 차이를 배제하기 위해 남성으로만 구성되었으며 앉은 눈높이, 앉은 팔꿈치높이가 한국인 신체측정치의 극단치(5백분위 이하, 95백분위 이상)에 속하는 자는 제외하였다(사이즈 코리아, 2006). 또한 우측손을 주용수로 사용하고 교정시력이 0.8이상이었으며 목과 어깨 및 상지의 관절가동범위에 제한이 없는 자들이었다.

본 연구에서 실시하는 작업과제는 키보드 중간선에 위치한 자판을 초당 4회로 두드리는 단순작업이므로 연구 대상자의 컴퓨터 숙련도는 고려하지 않았으나 본 연구에

2. 연구 도구

실험에 사용한 모니터는 보편적으로 사용되는 일반형 17인치 평면 모니터로 높이를 조절하기 위한 거치대를 책상에 부착하여 대상자의 눈높이로 조정하였다. 키보드는 QWERTY 방식의 표준형 키보드를 사용하였으며, 높이를 조절하기 위해 컴퓨터 책상에 높이 조절용 키보드 거치대를 부착하여 사용하였다.

본 연구에서는 컴퓨터 입력과제를 수행하는 동안 상지와 체간의 근전도를 측정하기 위해 무선 근전도 시스템 Telemetry 2400T-G2을 사용하였다. 전극은 전도성 젤이 도포된 은-염화은(Ag-AgCl) 표면 전극(bipolar surface electrode) 두 개를 전극간 간격이 2cm가 되도록 부착하였으며 Myoresearch Master Edition(ver.1.06) 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. 근전도신호의 표본추출률(sampling rate)은 1500Hz로 설정하였고, 증폭기의 이득은 1000배, 주파수 대역폭(bandwidth)은 20~450Hz를 사용하였다. 측정된 근전도 신호는 정류(rectification)를 거쳐 평균 제곱근법(Root Mean Square; RMS) 방식으로 활화(smoothing)하였다. RMS 값은 Total Signal Power의 제공근에 비례하는 진폭의 평균치로 근육의 외부적인

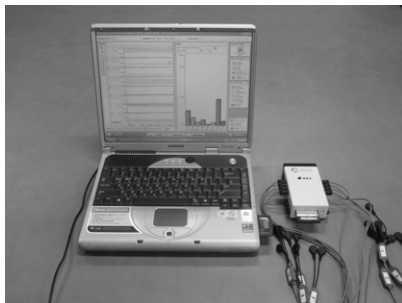
부하, 근육의 사용정도를 분석하는데 사용된다(Kleine, Schumann, Bradl, Grieshaber, & Scholle, 1999)(그림 1).

본 연구에서는 8개의 표면 전극을 이용하여 표면근전도 신호를 측정하였다. 측정 근육은 누적외상성질환이 빈번히 발생하는 위등세모근과 목세움근, 키보드 위치와 관련된 상지 근육인 손목뽐근, 앞어깨세모근, 뒤어깨세모근, 중간등세모근, 그리고 흡수손상자의 체간유지 보조근으로 사용되는 큰가슴근과 넓은등근을 측정하였다(임상혁 등, 2000; Aarás et al., 1997; Moffet et al., 2002; Saito, Miyao, Kondo, Sakakibara, & Toyoshima, 1997; Seghers, Jochem, & Spaepen, 2003; Sommerich, Joines, & Psihogios, 2001; Turville, Psihogios, Ulmer, & Mirka, 1998; Villanueva, Sotoyama, Jonai, Takeuchi, & Saitu, 1996). 측정 근육의 부착부위는 다음과 같다(그림 2).

- 1) 목세움근(cervical erector spinae) : 꼭지돌기에서 3cm, 중심선에서 바깥쪽으로 3cm 되는 지점으로 일곱 번째 목뼈와 귀를 잇는 선상에 부착하였다(Almonsnino, Pelland, Pedlow, & Stevenson,

2009).

- 2) 위등세모근(upper trapezius) : 일곱 번째 목뼈의 가시돌기와 봉우리돌기 사이 중간 지점에 부착하였다(Klein et al., 1999).
- 3) 손목뽐근군(wrist extensor group) : 가쪽관절위염기에서부터 가쪽붓돌기까지의 거리를 3등분하여 가쪽관절위염기 쪽으로 1/3 지점을 표시한 후, 표시한 지점에서 종축 방향으로 1.5 cm 떨어진 위치에 부착하였다(Karlqvist, 1998).
- 4) 앞어깨세모근(anterior deltoid) : 봉우리돌기에서 앞쪽 아래로 5cm 되는 지점에 부착하였다(Klein et al., 1999).
- 5) 뒤어깨세모근(posterior deltoid) : 봉우리돌기에서 뒤쪽 아래로 5cm 되는 지점에 부착하였다(Klein et al., 1999).
- 6) 중간등세모근(middle trapezius) : 어깨뼈의 안쪽모서리와 척추 사이 중간 지점 중 봉우리돌기 높이에 해당하는 지점에 부착하였다(Klein et al., 1999).
- 7) 넓은등근(latissimus dorsi) : 어깨뼈의 아래각에서



근전도 측정기기



전극



메트로놈

그림 1. 측정 도구

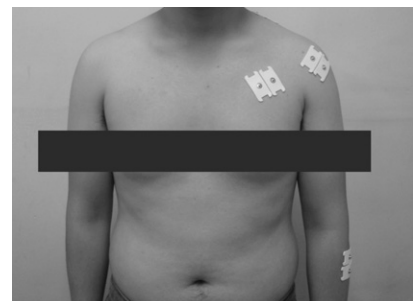
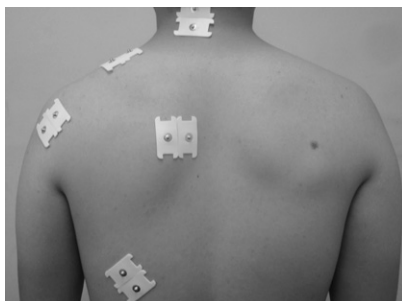


그림 2. 전극 부착 부위

바깥·아래쪽으로 3.5cm 되는 지점에 부착하였다 (Janssen-Potten, Seelen, & Drukker, 2000).

- 8) 큰가슴근(pectoralis major) : 복장뼈 머리와 앞쪽 겨드랑이 주름의 중간 지점에서 바깥 방향으로 1.5cm 떨어진 위치에 부착하였다(Seelen et al., 1998).
- 9) 접지전극(ground electrode) : 접지전극은 일곱 번째 목뼈(C₇) 부위에 부착하였다.

전극은 측정 근섬유의 진행방향과 평행하게 부착하였으며 표면전극 부착 부위는 피부저항으로 인한 잡음을 제거하기 위해 사포로 가볍게 문질러 각질을 제거하고 알코올로 닦아 건조시킨 후 부착하였다. 근전도 신호는 작업과 제와 연구목적에 따라 100초에서 300초 정도의 다양한 측정 시간을 지나 본 연구에서는 단순 입력작업이며 대상자가 척수손상자임을 고려하여 각 자세에서 2분간 측정하였다(Laursen & Jensen, 2000).

표면근전도 측정치는 정량적 평가이나 피실험자의 신체상태와 실험환경에 의해 영향을 받는다. 따라서 본 실험에서 수집한 측정치의 신뢰도를 확보하고 실험변수인 작업자세에 따른 차이임을 확인하기 위해 정상인에 한하여 각 자세에서 동일한 과제를 3회기로 반복측정하여 측정치의 평균값을 사용하였다. 이때 각 측정회기 사이에는 1시간 이상의 휴식시간을 주었으며 휴식시간 중 신체피로를 유발할 수 있는 활동은 피하도록 하였다.

어깨근육의 기준수축(shoulder reference contraction)은 양손에 0.3kg의 모래주머니를 쥐고 바닥과 평행하게 팔을 90° 벌려 10초간 유지하도록 한 후 측정하였다. 목근육의 기준 수축(neck reference contraction)은 0.3kg의 모래주머니를 부직포를 이용하여 머리에 고정된 후 10초간 고개를 똑바로 유지하도록 하여 측정하였다(Babski-Reeves, Stanfield, & Hughes, 2005). 체간유지 보조 근육인 큰가슴근과 넓은등근의 기준수축(upper trunk reference contraction)은 팔을 90° 벌린 상태에서 새끼손가락이 위쪽을 향하도록 어깨를 안쪽으로 돌린 상태를 10초간 유지하도록 하여 측정하였다. 손목뾰근근의 기준수축은 손에 0.3 kg의 모래주머니를 쥔 상태에서 손목은 최대한 전전시켜 10초간 유지하도록 하여 측정하였다(Babski-Reeves et al., 2005). 전체 근육의 기준수축은 27~162mV로 측정되었다.

3. 연구 절차

1) 키보드의 위치

키보드의 위치에 따른 척수손상자의 근활성도를 분석하기 위해 두 가지 키보드의 위치를 설정하였다. 키보드의 위치는 표준책상의 높이에 키보드를 올려놓은 자세인 팔꿈치 굽힘이 100°인 자세와 휠체어에 앉아 자연스럽게 윗팔을 늘어뜨린 자세인 팔꿈치 굽힘이 70°인 자세로 설정하였다. 측정 순서는 제비뽑기를 통해 무작위 선정하였다. 두 자세 사이에는 5분간의 휴식시간을 주었으며 휴식 시 팔은 다리 위에 자연스럽게 올려놓도록 하였다(Zennaro et al., 2004).

모든 대상자는 어깨관절의 움직임이 용이한 하지마비용 휠체어에 앉아 실험을 실시하였다. 흉수손상자의 경우 옮겨 앉은 측정 휠체어에서의 자세 적응을 위해 5분간의 시간을 허용하였다. 작업과제수행 시 대상자의 다리는 엉덩관절이 90~110°, 무릎관절이 90° 이상 구부러지고 휠체어 발판에 발이 닿아 안정된 하지 자세를 취하도록 하였으며 편안한 자세로 작업을 실시하도록 하였다. 모니터는 상단이 각 대상자의 눈높이에 오도록 조정하였으며 경사각은 5°를 유지하였고 모니터와의 거리는 70cm로 설정하였다(정동현, 2003). 키보드는 G키와 H키가 대상자의 정중앙에 위치시키고 각 측정 자세에서 키보드의 J키가 자연스럽게 손끝에 닿을 수 있는 거리에 두었으며 키보드의 기본 경사인 3°로 고정하였다(Marcus et al., 2002).

모든 과제 수행시 어깨 근육의 활성도에 영향을 주는 팔과 손목지지를 금하였으며 체간은 각 수준별 자세 특성을 파악하기 위해 등받이 지지여부에 대한 지시를 주지 않고 자연스럽게 편안한 자세를 취하도록 하였다(그림 3).

2) 컴퓨터 입력과제

본 실험에서 적용한 컴퓨터 입력과제는 QWERTY 표준 키보드의 중간선에 위치한 키를 초당 4회의 속도로 반복하여 타이핑하는 작업이었다. 입력시 오른손은 J, K, L 자판을, 왼손은 A, S, D, F 자판을 동시에 순서대로 누르도록 하였으며 작업속도의 영향을 배제하기 위해 메트로놈을 이용하여 초당 4회의 속도로 입력하도록 하였다. 작업과제는 각 자세마다 2분간, 두 가지 작업자세에서 동일하게 시행되었으며 각 자세 측정간 5분의 휴식시간

을 두었다. 입력 작업 시 아래팔의 지지에 따른 영향을 배제하기 위해 손목이 책상이나 키보드에 닿지 않도록 지시하였다.

4. 분석 방법

손상 수준에 따른 적절한 키보드의 위치를 알아내기 위해 여덟 가지의 근육에 대한 %RVC 값을 각 자세에서 비교하였다. 두 가지 키보드의 위치(팔꿈치 굽힘 100°, 팔꿈치 굽힘 70°)에 따른 근육의 %RVC 값을 비교하기 위해 paired *t*-test를 사용하였다. 이러한 분석은 하위흉수손상군, 상위흉수손상군, 정상군으로 나누어 실시하였다. 근활성도 자료의 통계처리를 위해 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였으며 유의수준 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 키보드의 위치변화에 따른 근활성도 분석

흉수손상군과 정상군을 대상으로 키보드 위치에 따른 근활성도를 분석한 결과, 팔꿈치의 굽힘이 70°인 위치에서 위등세모근, 손목폄근군, 앞어깨세모근의 근활성도가 팔꿈치의 굽힘이 100°일 때의 보다 유의하게 감소하였다(표 2).

키보드의 위치에 따른 하위흉수손상군의 근활성도를 비교한 결과, 팔꿈치의 굽힘이 70°인 위치에서 목세움근, 위등세모근, 손목폄근군, 앞어깨세모근 그리고 넓은등근의 근활성도가 팔꿈치 굽힘이 100°일 때 보다 유의하게 감소하였다(표 3).

키보드의 위치에 따른 상위흉수손상군의 근활성도를 비교한 결과, 팔꿈치의 굽힘이 70°인 위치에서 위등세모근, 손목폄근군, 앞어깨세모근의 근활성도가 팔꿈치의 굽힘이 100°일 때 보다 유의하게 감소하였다(표 4).

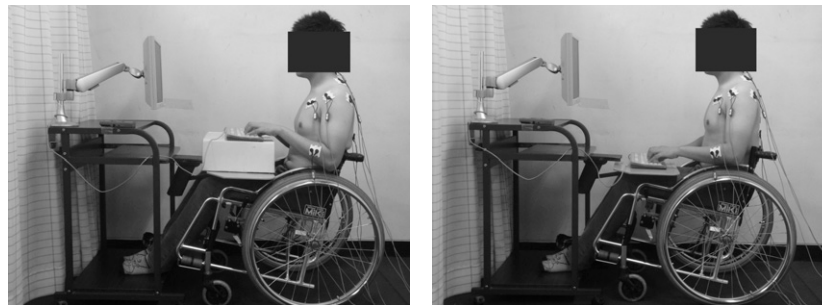


그림 3. 키보드의 위치

표 2. 키보드의 위치변화에 따른 정상군의 근활성도

(단위 : %RVC)

근육	키보드 위치		<i>p</i>
	팔꿈치 굽힘 100°	팔꿈치 굽힘 70°	
목세움근	62.64	58.87	.07
위등세모근	42.96	38.74	.03*
손목폄근군	67.02	61.46	.01*
앞어깨세모근	24.57	21.56	.02*
뒤어깨세모근	4.49	3.41	.75
중간등세모근	42.45	37.96	.87
넓은등근	80.88	74.61	.06
큰가슴근	192.10	174.80	.21

표 3. 키보드의 위치변화에 따른 하위흉수손상군의 근활성도

(단위 : %RVC)

근육	키보드 위치		p
	팔꿈치 굽힘 100°	팔꿈치 굽힘 70°	
목세움근	38.63	34.05	.001*
위등세모근	25.52	19.46	.004*
손목편근군	54.71	48.34	.01*
앞어깨세모근	27.63	23.30	.01*
뒤어깨세모근	5.08	4.83	.33
중간등세모근	46.17	45.89	.89
넓은등근	77.73	75.03	.05*
큰가슴근	162.78	154.49	.16

표 4. 키보드의 위치변화에 따른 상위흉수손상군의 근활성도

(단위 : %RVC)

근육	키보드 위치		p
	팔꿈치 굽힘 100°	팔꿈치 굽힘 70°	
목세움근	45.12	42.27	.06
위등세모근	33.11	27.10	.04*
손목편근군	34.27	30.32	.02*
앞어깨세모근	26.38	18.16	.004*
뒤어깨세모근	5.24	4.42	.64
중간등세모근	46.90	43.56	.06
넓은등근	54.88	55.15	.85
큰가슴근	98.83	96.51	.65

IV. 고 찰

본 연구에서는 키보드의 위치를 변화시킨 두 가지 자세에서 체간과 상지의 컴퓨터 사용과 관련된 여덟 가지 근육의 근활성도를 측정함으로써 척수손상자에게 적절한 키보드의 위치에 자료를 제시하고자 실시되었다. 연구결과 상하위흉수손상군과 정상군에서 모두 팔꿈치 굽힘 100° 자세에 비해 팔꿈치 굽힘 70° 인 위치에서 위등세모근, 손목편근군, 앞어깨세모근의 활성도가 유의하게 낮게 나타났다. 또한 하위흉수손상군의 경우 팔꿈치 굽힘 100° 높이에서 목세움근과 넓은등근의 활성도가 유의하게 증가하였다.

실험에서 적용한 작업 자세는 미국 직업안전위생관리국인 OSHA(2003)의 권고와 일상에서 많이 적용되는 자세

로 설정하였다. 팔꿈치 굽힘 100°의 자세는 휠체어 장애인이 표준 높이의 책상에 키보드를 올려 놓고 컴퓨터를 사용하는 자세로 OSHA(2003)의 권고 범위 내의 자세이다. 그러나 정상인을 대상으로 한 연구에서 조차 다양한 이견을 보인 자세이며 체간근육의 사용이 정상인과는 다른 척수 장애인에게 적용시 나타나는 근활성도를 알아보고자 연구 자세로 설정하였다(임상혁 등, 2000; Zennaro et al., 2004). 팔꿈치 아래 키보드를 위치시킨 팔꿈치 굽힘 70° 자세 역시 OSHA(2003)의 권고 범위 내의 자세로 휠체어 장애인이 키보드 트레이를 사용할 때의 작업 자세이다.

또한 휠체어 사용자를 대상으로 한 Wu와 Yang(2005)의 주관적 연구에서 높은 선호도를 보인 자세로 이를 객관적 측정하기 위해 연구자세로 선정하였다. 측정 근육은 선

행 연구와 예비 실험을 통해 선정하였다(임상혁 등, 2000; Aarås et al., 1997; Moffet et al., 2002; Saito et al., 1997; Seghers et al., 2003; Sommerich et al., 2001; Turville et al., 1998; Villanueva et al., 1996). 목세움근과 위등세모근은 정적 동작으로 인한 근육통이나 긴장성 목 증후군(tension-neck syndromes) 등의 누적 외상성 질환이 빈번히 발생하는 근육이며(Saito et al., 1997), 손목뾰근, 앞어깨세모근, 뒤어깨세모근, 중간등세모근은 키보드의 위치에 따른 활성도 비교를 위해 선정하였다. 큰가슴근, 넓은등근은 컴퓨터 작업시 흉수손상의 수준에 따른 체간유지 보조근의 활성도 차이를 알아보기 위해 선정하였다. 측정 근육은 모두 윗팔신경얼기(brachial plexus)에서 분지한 신경의 지배를 받는 근육으로(MacKinnon & Morris, 2005), T₂ 이하의 흉수척수손상자의 경우 정상 기능 수준을 지니고 있어 키보드의 위치에 따른 근활성도의 영향을 측정할 수 있다. 실험 시 타이핑 작업과 관련된 단순한 작업만을 수행한 것은 정신적 집중이 필요한 활동은 신체 역학적 요구와 관계없이 위등세모근의 활성도가 변화한다는 Waersted와 Westgaard(1996)의 연구에 기반한 것으로, 신체반응에 민감한 근전도의 신호가 작업자 세 이외의 변수에 의해 영향을 받는 것을 통제하기 위하여 단순 작업으로 선정하였다. 또한 이러한 단순 작업은 새로운 과제와 익숙하지 않은 작업환경, 입력 자료의 내용 요인으로부터 오는 심리적 영향으로 근활성도가 영향을 받는 오염요인 등을 최소화할 수 있다(Laursen et al., 2002; Zennaro et al., 2004).

컴퓨터 작업 동안 키보드의 위치가 척수손상자의 근활성도에 미치는 영향을 알아본 결과, 하위흉수손상군에서는 팔꿈치 굽힘이 100° 인 높이에서 위등세모근, 손목뾰근, 앞어깨세모근, 목세움근, 넓은등근의 유의한 증가를 보였다. 8명의 휠체어 사용자를 대상으로 키보드의 높이와 기울기에 따른 주관적 선호도와 피로도를 연구한 Wu와 Yang(2005)의 연구에서는 키보드의 높이 변수를 팔꿈치 높이, 팔꿈치 보다 5cm 높은 위치, 팔꿈치 보다 5cm 아래의 위치로 설정하였으며 휠체어 사용자들은 이 중 팔꿈치보다 5cm 아래 높이를 가장 선호하였다. 팔꿈치보다 5cm 아래의 높이는 본 연구의 팔꿈치 굽힘 70° 위치와 유사한 실험 환경으로 팔꿈치 굽힘 100° 보다 팔꿈치 굽힘 70° 자세에서 낮은 근활성도를 보여 주관적 선호도가 가장 높고 피로도가 낮았던 자세가 본 연구의 근전도를 이용

한 객관적 측정에서도 낮은 활성도를 보여 유사한 결과를 나타내었다.

또한 하위흉수손상군의 경우 키보드의 높이 상승에 따른 목세움근과 넓은등근의 활성도 증가가 관찰되었다. 키보드의 높이는 목과 어깨의 긴장도를 상승시키고 긴장성 목 증후군(tension neck syndrome)과 불편함을 증가시키는 요인으로 작용한다(Bergqvist, Wolgast, Nilsson, & Voss, 1995; Marcus et al., 2002). 295명의 정상인을 대상으로 키보드의 높이와 목·어깨의 근골격계 증상간의 관련성을 연구한 Hunting, Laubli와 Grandjean(1981)은 키보드의 높이가 팔꿈치 아래로 위치한 경우 목과 어깨관련 증상의 유의한 감소를 보였다고 보고하여 키보드의 위치가 상지 근육 뿐 아니라 목의 근육에도 영향을 미침을 뒷받침하는 것이었다. 특히 하위흉수손상군에서는 키보드 위치 변화에 따라 넓은등근 활성화의 유의한 차이가 발견되었다. 넓은등근은 어깨의 벌림과 안쪽 돌림이 잦은 컴퓨터 사용자의 통증과 관련된 근육으로(Jepsen & Thomsen, 2006) 키보드가 높이 위치하면 키보드 중앙의 키로 손을 위치시키기 위해 어깨의 굽힘과 안쪽 돌림이 일어나며 이때 안쪽 돌림을 보조하기 위한 넓은등근의 활성화도가 높아진다(MacKinnon & Morris, 2005; Wilson, 2002). 본 연구에서는 컴퓨터 작업 시 척수손상 수준에 따른 체간 근육의 활성도를 알아보기 위해 휠체어 등받이의 지지 여부에 대해서는 지시하지 않았다. 따라서 배근육의 일부 또는 전체 기능이 잔존하는 하위흉수손상자의 경우 실험 시 휠체어 등받이의 의존도가 낮아 체간보조근의 활성도가 증가한 것이다. 또한 손목을 지지하지 않은 자세는 어깨의 뜬 자세(floating condition)와 안쪽 돌림을 유발하여 넓은등근의 활성도를 증가시켰다(Cook et al., 2004). 따라서 하위흉수손상자의 경우 컴퓨터의 키보드가 팔꿈치 아래로 위치하도록 함과 동시에 적절한 체간 지지와 팔의 안쪽 돌림이 일어나지 않도록 손목을 지지해 주어야 한다.

키보드의 위치에 따른 상위흉수손상군의 근활성도는 팔꿈치가 100°로 굽혀지는 위치에서 위등세모근, 손목뾰근, 앞어깨세모근의 활성도가 증가하였다. 손목뾰근과 앞어깨세모근은 상지의 움직임에 관여하는 근육들로 키보드의 높이 변화에 따라 유의한 차이를 보였다(Bergqvist et al., 1995; Lindegard et al., 2003; Sauter, Schleifer, & Knutson, 1991). 또한 하위흉수손상자와는 달리 상위흉수손상군에서 체간보조근육의 활성도가 유의하게 증가하

지 않은 것은 완전척수손상으로 인해 배근육의 신경지배가 상실된 상위흉수손상군은 체간의 근육을 활성화시키기 보다는 휠체어 등받이에 의존하기 때문에 활성화도의 증가가 나타나지 않았다.

각 측정근육에 대해 손상수준에 따른 근활성도를 분석한 결과, 위등세모근과 손목뽐근군, 앞어깨세모근은 세 집단 모두에서 키보드의 위치 변화에 의해 활성화도의 차이를 보였다. 위등세모근은 VDT 작업자의 어깨 통증을 유발하는 주요 근육으로 키보드가 놓인 책상의 높이(Seghers et al., 2003), 책상의 형태(Straker et al., 2008), 팔지지대 여부(Cook et al., 2004)에 의해 영향을 받아 자세 변화와 여러 관절 사이에서의 다양한 변수에 의해 조절된다는 주장을 뒷받침하고 있다(Aarås et al., 1997). 어깨세모근 중 앞어깨세모근은 위등세모근과 함께 세 집단 모두에서 키보드의 위치가 팔꿈치 굽힘이 70°인 위치에서 낮은 활성화도를 보였다. 앞팔 지지대(forearm support)와 손목지지대(wrist support) 여부에 따른 근활성도와 자세를 비교한 Cook 등(2004)의 연구에서 앞어깨세모근은 손목지지대를 사용했을 때가 아무런 지지대를 사용하지 않은 자세에 비해 낮은 활성화도를 보였다. 이는 손목지지대가 중립적인 어깨 굽힘 자세를 유지하는데 도움을 주기 때문이라고 주장하였다. 본 연구에서는 키보드의 위치에 따른 영향만을 분석하기 위해 모든 작업자세에서 손목을 작업대에 지지하지 않도록 하였다. 따라서 어깨의 올림과 안쪽 돌림에 관여하는 앞어깨세모근이 높아진 키보드의 위치에 적응하기 위해 어깨 굽힘(flexion)과 어깨의 안쪽 돌림(internal rotation)의 움직임을 발생시켰기 때문에 근활성도가 증가한 것으로 보여진다(MacKinnon & Morris 2005). 반면, 뒤어깨세모근은 모든 집단에서 활성화도가 가장 낮으면서 안정적인 %RVC 값을 보였다. 뒤어깨세모근의 경우 마우스 작업과 관련된 연구에서 주 변수가 되는 근육이다(Saito et al., 1997). 본 연구의 경우 실험과제가 키보드의 한 줄만을 두드리는 작업으로 어깨의 전후, 좌우 움직임이 최소화 되어 활성화도가 낮고 일정하게 나타난 것으로 분석된다. 따라서 본 연구에서는 연구 대상자의 작업과제 수행과 근전도 신호의 바른 측정 여부를 판단하기 위한 기준으로 사용되었으며 세 집단의 작업자세에서 안정적인 결과치를 보인 것은 실험의 신뢰성을 부여하는 것이라 판단된다. 또한 자세에 따른 넓은 등근의 활성화도가 하위흉수손상군에게서만 나타난 것은 하위흉수손상자의 경우 체간 안

정성을 보조하기 위한 어깨 돌림과 안쪽 돌림의 보상작용이 발생한 반면, 상위흉수손상자의 경우 체간지지 근육의 활성화를 통한 안정성 유지 보다는 외적 지지에 의지하는 정도가 크기 때문이다(Chiu et al., 2002; Potten et al., 1999; Seelen et al., 1997).

본 연구의 제한점은 첫째, 연구 대상자들의 수가 적어 척수손상자의 특성으로 일반화하기에는 한계가 있다는 것이다. 대상 집단간의 일관성을 확보하기 위해 일반적 특성에 대한 통계학적 동질성을 확보하였으나 다양한 신경학적 특성을 지닌 척수손상자를 대표하기에는 그 수가 적다. 또한 본 연구에서는 흉수손상자만을 대상으로 하였으나 컴퓨터를 이용한 보조공학작업 접근이 경수손상자에게 많이 이루어지고 있는 실정을 감안하여 경수손상자를 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 연구에서 적용한 컴퓨터 작업은 단시간의 타이핑 작업으로 실제 컴퓨터 작업과는 차이가 있다. 따라서 추후 연구에서는 척수손상자를 대상으로 다양한 컴퓨터 관련 작업과제를 이용하여 시간경과에 따른 근전도 및 자세 변이성(variability)을 연구하는 것이 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 하위흉수손상자($T_2 \sim T_8$) 11명, 상위흉수손상자($T_9 \sim T_{12}$) 9명을 대상으로 팔꿈치 굽힘 100°와 팔꿈치 굽힘 70°의 위치에서 체간과 상지의 컴퓨터 사용과 관련된 여덟 가지 근육의 근활성도를 측정함으로써 척수손상자에게 적절한 키보드의 위치에 대한 자료를 제시하고자 하였다. 하위 및 상위흉수손상자의 키보드 위치에 따른 근활성도를 분석한 결과는 다음과 같다.

상위 및 하위흉수손상군의 경우 팔꿈치의 굽힘 100° 위치에서 위등세모근, 손목뽐근군, 앞어깨세모근의 활성화도가 유의하게 증가하였다. 또한 하위흉수손상군의 경우 팔꿈치 굽힘 100° 위치에서 목세움근과 넓은등근의 활성화도도 유의하게 증가하였다. 따라서 흉수손상자의 컴퓨터 작업 시 팔꿈치 굽힘이 70° 정도인 위치에 키보드를 위치시켜 과도한 근활성화를 방지해야한다.

차후 연구에서는 보다 많은 척수손상자를 대상으로 장시간의 포괄적 컴퓨터 작업의 적용하여 장애특성에 적합한 VDT 환경을 파악하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 노동부. (2004). 영상표시단말기(VDT) 취급 근로자 작업관리 지침: 노동부고시 2004-50. 서울: 노동부.
- 사이즈 코리아. (2006). 인체치수자료. 과천: 지식경제부.
- 임상혁, 박희석, 김현욱. (2000). 표면근전도의 근육 긴장도를 이용한 컴퓨터 단말기 작업자세 평가. *대한 산업의학회지*, 12(4), 524-536.
- 정동현. (2003). 문자입력 작업에서 컴퓨터 입력장치가 손목관절의 자세 및 경부 주위 근피로에 미치는 영향. 박사학위논문, 대구대학교, 대구.
- 통계청. (2007). 컴퓨터와 인터넷 사용의 여가활동 도움 정도. 서울: 행정안전부.
- 한국장애인고용촉진공단. (2009). 장애인 구인 구직 및 취업 동향: 장애인고용 정보시스템 정보분석 2009 2/4분기. 성남: 한국장애인고용촉진공단.
- 최미나. (2010). 대구광역시에 거주하는 장애인의 보조공학 서비스의 욕구 및 수요 실태조사. 석사학위논문, 대구대학교, 대구.
- Aarås, A., Fostevold, K. I., Ro, O., Thoresen, M., & Larsen, S. (1997). Postural load during VDU work: A comparison between various work postures. *Ergonomics*, 40(11), 1255-1268.
- Abdel-Moty, E., & Khalil, T. M. (1991). Computer-aided design and analysis of the sitting workplace for the disabled. *International Disability Studies*, 13(4), 121-124.
- Almonsnino, S., Pelland, L., Pedlow, S. V., & Stevenson, J. M. (2009). Between-day reliability of electromechanical delay of selected neck muscles during performance of maximal isometric efforts. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology*, 1(22), 1-8.
- American Spinal Injury Association(ASIA). (2000). *International standards for neurological classification of spinal injury patients*. Chicago: Author.
- Babski-Reeves, K., Stanfield, J., & Hughes, L. (2005). Assessment of video display work station set up on risk factors associated with the development of low back and neck comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(1), 593-604.
- Bergqvist, U., Wolgast, E., Nilsson, B., & Voss, M. (1995). Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: Individual, ergonomic and work organizational factors. *Ergonomics*, 3(4), 763-776.
- Berg Rice, V. J. (1998). *Ergonomics in health care and rehabilitation*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Bromley, I. (2006). *Tetraplegia and paraplegia: A guide for physiotherapist*. Edinburgh: Elsevier.
- Chiu, T. T., Ku, W. Y., Lee, M. H., Sum, W. K., Wan, M. P., Wong, C. Y., et al. (2002). A study on the prevalence of and risk factors for neck pain among universal academic staff in Hong Kong. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 12(1), 77-91.
- Cook, C., Burgess-Limerick, R., & Papalia, S. (2004). The effect of upper extremity support on upper extremity posture and muscle activity during keyboard use. *Applied Ergonomics*, 35(3), 285-292.
- Eltayeb, S., Staal, J. B., Hassan, A., & de Bie, R. A. (2009). Work related risk factors for neck, shoulder and arms complaints: A cohort study among dutch computer office workers. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 19(4), 315-322.
- Foy, T., Perritt, G., Thimmaiah, D., Heisler, L., Offutt, J. L., Cantoni, K., et al. (2011). Occupational therapy treatment time during inpatient spinal cord injury rehabilitation. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 34(2), 162-175.
- Gerr, F., Monteilh, C. P., & Marcus, M. (2006). Keyboard use and musculoskeletal outcomes among computer users. *Journal Occupational Rehabilitation*, 16(3), 265-277.

- Hunting, W., Laubli, T. H., & Grandjean, E. (1981). Postural and visual loads at VDT workplaces: I. Constrained postures. *Ergonomics*, 24(12), 917–931.
- Janssen-Potten, Y. J., Seelen, H. A., & Drukker, J. (2000). Chair configuration and balance control in persons with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(4), 401–408.
- Jepsen, J. R., & Thomsen, G. (2006). Cross-sectional study of the relation between symptoms and physical findings in computer operators. *BMC Neurology*, 6(40), 1–12.
- Karlqvist, L. (1998). A process for the development, specification and evaluation of VDU work tables. *Applied Ergonomics*, 29(6), 423–432.
- Kleine, B. U., Schumann, N. P., Bradl, I., Grieshaber, R., & Scholle, H. C. (1999). Surface EMG of shoulder and back muscles and posture analysis in secretaries typing at visual display units. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 72(6), 387–394.
- Laursen, B., & Jensen, B. R. (2000). Shoulder muscle activity in young and older people during a computer mouse task. *Clinical Biomechanics*, 15(1), S30–33.
- Laursen, C. F., Jensen, B. R., Grade, A. H., & Jorgensen, A. H. (2002). Effect of mental and physical demands on muscular activity during the use of a computer mouse and keyboard. *Scandinavian Journal Work Environment and Health*, 28(4), 211–213.
- Lindgard, A., Wolgast, E., Hagberg, M., Hansson, G. A., Johnsson, P., & Tornqvist, E. W. (2003). The impact of working technique on physical loads: An exposure profile among newspaper editors. *Ergonomics*, 46(6), 598–615.
- MacKinnon, P., & Morris, J. (2005). *Oxford textbook of functional anatomy musculoskeletal system*. Oxford: Oxford University Press.
- Marcus, M., Gerr, F., Monteilh, C., Ortiz, D. J., Gentry, E., Cohen, S., et al. (2002). A prospective study of computer users: II. Postural risk factors for musculoskeletal symptoms and disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 41(4), 236–249.
- McKinley, W., Tewksbury, M. A., Sitter, P., Feed, J., & Floyd, S. (2004). Assistive Technology and computer adaptation for individuals with spinal cord injury. *Neurorehabilitation*, 19(2), 141–146.
- Moffet, H., Hagberg, M., Hansson-Risberg, E., & Karlqvist, L. (2002). Influence of laptop computer design and working position on physical exposure variables. *Clinical Biomechanics*, 17(5), 368–375.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2003). *Working safely with video display terminals*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.
- Pendleton, H. M., & Schultz-Krohn, W. (2006). *Pedretti's occupational therapy practice skills for physical dysfunction*. Philadelphia: Mosby.
- Potten, Y. J., Seelen, H. A., Drukker, J., Reulen, J. P., & Drost, M. R. (1999). Postural muscle responses in the spinal cord injured persons during forward reaching. *Ergonomics*, 42(9), 1200–1215.
- Saito, S., Miyao, M., Kondo, T., Sakakibara, H., & Toyoshima, H. (1997). Ergonomic evaluation of working posture of VDT operation using personal computer with flat panel display. *Industrial Health*, 35(2), 264–270.
- Sauter, S. L., Schleifer, L. M., & Knutson, S. J. (1991). Workposture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Human Factors*, 33(2), 151–167.
- Seelen, H. A., Potten, Y. J., Huson, A., Spaans, F., & Reulen, J. P. (1997). Impaired balance control in paraplegic subjects. *Journal of Electromyography*

- graphy and Kinesiology, 7(2), 149–160.
- Seelen, H. A., Potten, Y. J., Urukker, J., Reulen, J. P., & Pons, C. (1998). Development of new muscle synergies in postural control in spinal cord injured subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8(1), 23–34.
- Seghers, J., Jochem, A., & Spaepen, A. (2003). Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings. *Ergonomics*, 46(7), 714–730.
- Simoneau, G. G., Marklin, R. W., & Berman, J. E. (2003). Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders. *Physical Therapy*, 83(9), 816–830.
- Sinnott, K. A., Milburn, P., & McNaughton, H. (2000). Factors associated thoracic spinal cord injury, lesion level and rotator cuff disorders. *Spinal Cord*, 38(12), 748–753.
- Sommerich, C. M., Joines, S. M., & Psihogios, J. P. (2001). Effects of monitor viewing angle and related factors on strain, performance and preference outcomes. *Human Factors*, 43(1), 39–55.
- Straker, L., Burgess–Limerick, B., Pollock, C., Murray, K., Netto, K., Coleman, J., et al. (2008). The impact of computer display height and desk design on 3D posture during information technology work by young adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 336–349.
- Turville, K. L., Psihogios, J. P., Ulmer, T. R., & Mirka, G. A. (1998). The effects of video display terminal height on the operator: A comparison of the 15° and 40° recommendations. *Applied Ergonomics*, 29(4), 239–246.
- Villanueva, M. B., Sotoyama, M., Jonai, H., Takeuchi, Y., & Saitu, S. (1996). Adjustments of posture and viewing parameters of the eye to changes in the screen height of the visual display terminal. *Ergonomics*, 39(7), 933–945.
- Waersted, M., & Westgaard, R. H. (1996). Attention-related muscle activity in different body regions during VDU work with minimal physical activity. *Ergonomics*, 39(4), 661–676.
- Willson, A. (2002). *Effective management of musculoskeletal injury: A clinical ergonomics approach to prevention, treatment and rehabilitation*. London: Chuuhill Livingstone.
- Wu, S. P., & Yang, C. H. (2005). Effect of VDT keyboard height and inclination on musculoskeletal discomfort for wheelchair users. *Perceptual and Motor Skills*, 100(2), 535–542.
- Wu, S. P., Yang, C. H., Ho, C. P., & Jane, D. H. (2009). VDT screen height and inclination effects on visual and musculoskeletal discomfort for chines wheelchair users with spinal cord injuries. *Industrial Health*, 47(1), 89–93.
- Yang, J., Boninger, M. L., Leath, J. D., Fitzgerald, S. G., Dyson–Hudson, T. A., & Chang, M. W. (2009). Carpal tunnel syndrome in manual wheelchair users with spinal cord injury. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(12), 1007–1016.
- Zennaro, D., Läubli, T., Krebs, D., Krueger, H., & Klipstein, A. (2004). Trapezius muscle motor unit activity in symptomatic participants during finger tapping using properly and improperly adjusted desks. *Human Factors*, 46(2), 252–266.

Abstract

Change in EMG Activities of Selected Muscles Based on the Position of the Keyboard During Computer Work for Individuals With a Spinal Cord Injury

Park, Soo-Hyun*, Ph.D, O.T., Jung, Min-Ye**, Ph.D., O.T.,
Yoo, Eun-Young**, Ph.D., O.T., Park, Soo-Hyun**, Ph.D., Lee, Jin**, Ph.D.,
Koh, Sang-Baek****, Ph.D., M.D., Roh, Jung-Suk****, Ph.D., P.T.

*Dept. of Occupational Therapy, Yeojoo Institute Technology

**Dept. of Occupational Therapy, Yonsei University

***Dept. of Control & Instrumentation Engineering, Kangwon National University

****Dept. of Preventive Medicine, Yonsei University

*****Dept. of Physical Therapy, Hanseo University

Objective : This study intended to provide research materials for the proper positioning of the keyboard for computer work by individuals with a thoracic SCI based on the experimental data on the EMG activity of eight muscles related to computer work.

Methods : The subjects used were 9 and 11 patients with a complete high (T_2-T_8) or low (T_9-T_{12}) thoracic SCI (T_2-T_8) of A or B as categorized by the American Spinal Injury Association (ASIA), respectively, along with 9 able-bodied individuals. All participants were given the task of typing on the middle line of the keyboard at a speed of 4 characters per second at a rhythm from a metronome for 2 minutes at 2 keyboard heights (elbow flexion of more than 100° , elbow flexion of 70°). During the experiment, the EMG activity (%RVC) of the muscles of the neck and shoulder, such as the cervical erector spinae, upper trapezius, anterior deltoid, posterior deltoid, and middle trapezius, the wrist extension muscle group and the minor muscles maintaining the body core of the individuals with an SCI, such as the latissimus dorsi and pectoralis major, were measured using a surface EMG.

Results : The EMG activity of the patients with high and low thoracic SCI was low for the keyboard positioning at an elbow flexion of 70° , which is similar for the anterior deltoid, latissimus dorsi, and wrist extensor muscle group of the able-bodied individuals. Also, for the low thoracic SCI patients, the positions where the elbow flexion angle increased to more than 100° showed high EMG activities of the cervical erector spinae and latissimus dorsi, which was different from the other groups.

Conclusion : It was identified that an elbow flexion of 70° is an appropriate work posture for individuals with an SCI. It is thought that further study with a longer research time span and more test subjects should be conducted to explore an appropriate VDT environment for individuals with an SCI under comprehensive computer work conditions.

Key words : Computer, Electromyography, Ergonomics, Spinal cord injury, Surface keyboard