

## 컴퓨터 작업 후 유지-이완운동과 능동신장이 근피로 회복에 미치는 영향

이 현 옥 · 허 성 용

부산카톨릭대학교 물리치료학과

### The Effects of Hold-Relax and Active Stretching on Recoveries of Muscle Fatigue after Computer Work

Hyun-Ok, Lee, P.T., Ph.D., Seong-Yong, Heo, P.T., M.S.

*Dept. of Physical Therapy, Pusan catholic university*

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to identify that the effect of hold-relax and active stretching on recoveries of upper trapezius and sternocleidomastoid muscle fatigue after computer work.

**Methods** : This study was conducted by 30 volunteer at the age of 23~33(resting group=10, hold-relax group=10, active stretching group=10). The muscle fatigue measured by tracing the median frequency(MDF) decrement from power spectrum analyses of EMG signals and the data were analyzed repeated ANOVA.

**Result** : In case of upper trapezius, there was significant difference in group I,II and group II, III. In case of sternocleidomastoid, there was significant difference in group I,II and group I,III.

**Conclusion** : The active stretching was effective for sternocleidomastoid and the hold-relax was effective for upper trapezius and sternocleidomastoid. The hold-relax was effective better than active stretching on recoveries of muscle fatigue.

---

**Key Words** : Muscle fatigue, Median frequency, Active stretching, Hold-relax

---

교신저자 : 이현옥(e-mail: holee@cup.ac.kr )

논문접수일: 2008년 5월 6일 / 수정접수일: 2008년 5월 23일 / 게재승인일: 2008년 6월 17일

## I. 서 론

20세기 후반 정보과학기술이 눈부시게 발전하면서 과거에는 특정 전문 직종에서만 사용되던 컴퓨터가 이제는 사무직 작업자뿐만 아닌 젊은 층의 학생과 일반 컴퓨터 사용자들에게까지 확산되어 우리 생활의 필수적인 요소로 자리 잡게 되었다. 컴퓨터 화면을 보면서 키보드나 마우스 등을 조작하는 작업을 VDT(visual display terminal) 작업이라고 하며(노동부 고시, 2004), 이로 인하여 발생하는 근골격계 증상, 눈의 피로, 피부증상 그리고 신경정신계 증상을 총칭하여 VDT증후군이라고 한다(노동부 고시, 2004). VDT증후군의 증상에는 만성적인 피로, 동통, 근무력증, 근부종, 지각이상 등이 목, 어깨, 팔, 손 등에 나타나고, 전신증상으로는 두통, 정서불안, 정신집중곤란 등 일상생활의 장애로 나타나게 된다(Bjelle 등, 1979). 발병 요인으로는 반복 작업, 힘든 작업, 기계적 자극, 정적인 또는 불량한 자세 등, 업무내용의 특성(Cannon 등, 1981; Silverstein 등, 1987)과 근무시간, 업무량 등 작업조건 특성(Knave 등, 1985), 작업 자세, 책상 및 의자 등의 VDT 주변기기, 소음 등의 작업환경요인(Hagberg, 1981)과 나이, 성별 등 인구·사회학적 요인(Boose 등, 1985)등으로 알려져 있다. 개인을 포함한 VDT 관련부분에서 현재 가장 대두되고 있는 것이 바로 근골격계의 문제인데, 목이나 어깨 등의 상지에 대한 증상과 발병률이 높다는 것을 알 수가 있다(박정일 등, 1989; 손정일, 1994; 송승미, 1995; 이경임, 1994; Iwakiri, 2004). 특히 상부 승모근(upper trapezius)이라고 하였으며(김민욱 등, 2000; 윤덕기, 2002), 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid) 또한 정적인 자세 시 근피로도가 쌓인다고 하였다(윤덕기, 2002). 장시간 정적인 자세로 앉아서 작업을 할 경우, 생길 수 있는 근피로로 인해서 결국엔 통증을 유발시키는 악순환을 예방하여야 할 것이다. 근피로의 생리학적 발생 원인으로는 첫째 젖산을 비롯한 대사산물의 축적, 둘째 근 활동에 필요한 글리코겐의 고갈, 셋째 근육내의 생화학적 구성요소 변화과정들로 함축할 수가 있다(Wilmore 등, 1996). 근피로측정은 주파수대의 변화를 용이하게 볼 수 있는 근전도를 이용한 방법이 널리 쓰여 지고 있으며, 특히 중앙주파수(Median frequency)등을 지표로 사

용하는 주파수 스펙트럼분석법(frequency spectrum analysis)을 많이 사용한다(신현석, 1998; 안재용 등, 1998; Macaluso 등, 2000). 근피로가 쌓이게 되면 결국 통증으로 연결되기 때문에 빠른 해결책을 필요로 하게 되는데, 근육을 부드럽게 하고 격렬한 운동에 대해 적응할 수 있는 준비를 가지게 해 주며 근육의 긴장성을 높이는데 도움이 되는 스트레칭 운동은 현재까지 많은 연구를 통해서 근육의 이완을 돕는 운동으로 여겨져 왔다. 최근 들어서는 피로와 통증 감소, 안정성 촉진 등 다양한 치료적 목적을 위해 사용되고 있는(Adler 등, 1999) 고유수용성 신경근 촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: PNF)을 이용한 연구가 많이 시행되고 있으나(김수민, 1994; 임원식, 20001, 추홍식, 2005) 피로회복에 관련된 연구는 아직 미흡한 단계라고 할 수가 있다.

따라서 본 연구에서는 컴퓨터 문자입력 작업 후 생길 수 있는 상부 승모근과 흉쇄유돌근의 피로 회복에 고유수용성 신경근 촉진법의 유지-이완운동, 능동신장 운동이 어떠한 영향을 미치는지 비교 분석하여 피로 회복에 적절한 운동을 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구 대상자는 P시내에 거주하고 있는 C대학교 D대학의 남자 21명, 여자 9명으로 총 30명을 대상으로 하였다. 최근 경추 디스크나 외과적 수술을 받지 아니한 자, 외상성 손상이 없는 자, 목이나 어깨의 관절운동 범위에 이상이 없는 자, 운동 시 호흡 패턴에 문제가 없는 자, 근전도 신호에 이상을 줄 수 있는 상지 근력운동을 심하게 하지 않는 자, 기본 타자수가 분당 200타이상인 오른손잡이로, 컴퓨터를 6개월 이상, 하루 2시간이상씩 사용하는 자들로 실험에 동의한 사람들을 대상으로 하였다.

대상자들은 무작위 번호 선별법으로 연구 대상자들을 일반적인 휴식군(Group I, N=10), 유지-이완운동군(Group II, N=10), 능동신장 운동군(Group III, N=10)으로 구분하였다.

### 2. 연구 방법

대상자는 한글 2002를 이용하여 문자입력을 하였으며, 같은 내용으로 50분간 실시하였다. 문자입력 작업 전 안정된 상태에서 대상자는 자신이 할 수 있는 최대 등척성 수축을 실시하고, 검사자는 구두로써 되먹임(feed back)을 주었다. 문자입력 작업을 50분간 실시 후, 10초간 근전도 신호를 수집하고, 10분 동안 일반적인 휴식, 유지-이완운동, 능동신장 운동을 그룹별로 적용한 후, 다시 상부 승모근과 흉쇄유돌근 근전도 신호를 수집하였다.

#### 1) 컴퓨터 문자입력 시 작업 자세

노동부가 권고에 따른 기준에 맞추도록 일차적으로 설계를 하였으며(노동부 고시, 2004), 개개인의 높이에 맞추어 작업할 수 있도록 약간의 수정은 허용하였다.

- (1) 의자높이는 대상자 개개인의 팔꿈치가 90~100° 사이가 될 수 있도록 조정하였다.
- (2) 등받이 각도는 90~120°사이에서 대상자에 맞도록 조정하였다.
- (3) 손목지지 공간은 15cm정도 될 수 있도록 하였다.
- (4) 작업자의 시선은 모니터 상단의 위치에서 아래쪽 방향으로 10~15°범위이내로 유지하도록 하였다.
- (5) 화면과의 거리는 적어도 40cm이상이 되도록 하였다.
- (6) 허리자세는 90~100°정도를 유지할 수 있도록 하였다.
- (7) 팔꿈치자세는 90~100°정도를 유지할 수 있도록 하였다.

#### 2) 유지-이완 운동

대상자는 중립위 자세에서 오른쪽 측굴과 어깨를 거상하도록 했으며, 검사자는 등척성 수축에 대한 저항을 주었다. 10초간 유지를 하고 20초간 휴식을 반복하여 4번을 1세트로 정하였다. 총 2세트를 시행하며 세트 간 1분의 휴식을 취하도록 하였다.

#### 3) 능동신장 운동

통증을 느낄 만큼 과신장은 피하고, 주관적 통증을 견딜 수 있을 만큼 천천히 신장을 시켰다. 대상자는 열중 쉬어자세에서 오른손으로 책상을 잡고

어깨를 하강시킴과 동시에 고정시키며 왼손으로 외측굴곡을 유도하도록 하였다. 30초간 스트레칭을 하고 10초간 휴식을 반복하여 3회를 1세트로 정하였다. 총 2세트를 시행하며 세트 간 1분의 휴식을 취하도록 하였다.

#### 4) 근전도 신호의 측정

문자입력 작업 후 상부 승모근과 흉쇄유돌근의 근활성도를 측정하기 위해서 근전도 MP150 시스템(BIOPAC System Inc. CA, USA)(Figure 1)을 사용하여 자료를 수집한다. 수집된 근전도 아날로그 신호는 MP150 시스템으로 보내져 디지털 신호로 전환한 후 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.7.3 소프트웨어를 이용하여 필터링과 기타 신호처리를 하였다.

근전도 신호의 표본추출율(sampling rate)은 1,000(1,000samples/second)로 설정하고, 잡음을 제거하기 위해 증폭된 과형을 20~500Hz의 대역통과필터(band pass filter)와 상용기기들의 잡음을 제거하기 위하여 60Hz의 노치필터(notch filter)를 이용하였다.

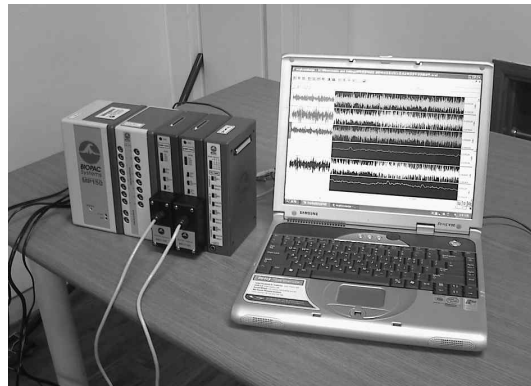


Figure 1. EMG MP150

#### 3. 자료 처리

컴퓨터 문자입력 작업 후 일반적인 휴식군과 유지-이완 운동군, 능동신장운동 군 간에 상부 승모근과 흉쇄유돌근의 피로를 측정하기 위하여 근전도 주파수 스펙트럼을 통해 중앙주파수 값을 구하였고, 이를 분석하기 위하여 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 연구결과의 통

표 1. General characteristics of subjects

(N=30)

	Group 1 (N=10)	Group 2 (N=10)	Group 3 (N=10)	Total
Gender(M : F)	8:2	5:5	8:2	21:9
Age(yrs)	26.10±2.18	25.00±2.98	26.60±4.06	25.90±3.13
Height(cm)	171.40±7.02	168.20±7.59	172.40±7.01	170.66±7.19
Weight(kg)	65.20±11.07	58.60±13.32	65.10±7.14	62.96±10.90
Use time(hour/day)	3.40±0.09	3.50±2.98	3.10±0.87	3.33±0.84
Speed(hit/min)	265.00±59.48	319.00±63.67	309.00±47.01	297.66±60.09

Mean±SD

Group 1: resting group, Group 2: hold-relax group, Group 3: active stretching group

계처리를 위하여 SPSS Win 12.0 프로그램을 사용하였고, 통계에 대한 유의성 검정을 위해 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

### III. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특징

연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

#### 2. 상부 승모근(upper trapezius, UT)의 피도로 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 전 안정 시는 177.25Hz, 50분간 문서작업 후 158.18, 일반적인 휴

식 후 166.86Hz이었고, 유지-이완 운동군은 문서작업 전 안정 시는 175.28Hz, 50분간 문서작업 후 152.30Hz, 유지-이완 운동 후 170.99Hz이었으며, 능동신장 운동군은 문서작업 전 안정 시는 173.29Hz, 50분간 문서작업 후 147.07Hz, 능동신장 운동 후 156.33Hz로 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(표 2).

#### 1) 일반적인 휴식군과 유지-이완 운동군 간의 근피로도 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 후 158.18Hz, 일반적인 휴식 후 166.86Hz이었고, 유지-이완 운동군은 문서작업 후 152.30Hz, 유지-이완 운동 후 170.99Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(표 3).

표 2. Change of MDF among groups for muscle fatigue in UT

(N=30)

	Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	177.25±10.78	158.18±9.11	166.86±9.11		
Group 2(N=10)	175.28±10.55	152.30±6.99	170.99±10.13	5.018	.002
Group 3(N=10)	173.29±8.00	147.07±6.59	156.33±9.21		

$p < .05$ , Mean±SD(Hz)

Group 1: resting group, Group 2: hold-relax group, Group 3: active stretching group

Pre-test: EMG test during rest state, Post-test 1: EMG test after text entry tasks

Post-test 2: EMG test after intervention

UT: upper trapezius, MDF: median frequency

표 3. Change of MDF between group 1, 2 for muscle fatigue in UT

(N=20)

	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	158.18±8.35	166.86±9.11		
Group 2(N=10)	152.30±6.99	170.99±10.13	6.498	.020

표 4. Change of MDF between group 2, 3 for muscle fatigue in UT

(N=20)

	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 2(N=10)	152.30±6.99	170.99±10.13	5.504	.031
Group 3(N=10)	147.07±6.59	156.33±9.21		

2) 유지-이완 운동군과 능동신장 운동군 간의 근피로도 변화

유지-이완 운동군은 문서작업 후 152.30Hz, 유지-이완 운동 후 170.99Hz이었으며, 능동신장 운동군은 문서작업 후 147.07Hz, 능동신장 운동 후 156.33Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(표 4).

3) 일반적인 휴식군과 능동신장 운동군 간의 근피로도 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 후 158.18Hz, 일반적인 휴식 후 166.86Hz이었고, 능동신장 운동군은 문서작업 후 147.07Hz, 능동신장 운동 후 156.33Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 5).

3. 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid, SCM)의 피로도 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 전 안정 시는 181.92Hz, 50분간 문서작업 후 155.62Hz, 일반적인 휴식 후 169.21Hz이었고, 유지-이완 운동군은 문서작업 전 안정 시는 185.38Hz, 50분간 문서작업 후 143.05Hz, 유지-이완 운동 후 176.41Hz이었으며, 능동신장 운동군은 문서작업 전 안정 시는 183.53Hz, 50분간 문서작업 후 154.70Hz, 능동신장 운동 후 179.73Hz로 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(표 6).

1) 일반적인 휴식군과 유지-이완 운동군 간의 근피로도 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 후 155.62Hz, 일반

표 5. Change of MDF between group 1, 3 for muscle fatigue in UT

(N=20)

	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	158.18±8.35	166.86±9.11	.032	.861
Group 3(N=10)	147.07±6.59	156.33±9.21		

표 6. Change of MDF among groups for muscle fatigue in SCM

(N=30)

	Pre-test	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	181.92±9.32	155.62±12.35	169.21±8.51	6.579	.000
Group 2(N=10)	185.38±6.95	143.05±11.02	176.41±7.21		
Group 3(N=10)	183.53±7.07	154.70±7.98	179.73±6.37		

p<.05, Mean±SD(Hz)

Group 1: resting group, Group 2: hold-relax group, Group 3: active stretching group

Pre-test: EMG test during rest state, Post-test 1: EMG test after text entry tasks

Post-test 2: EMG test after intervention, SCM: sternocleidomastoid

MDF: median frequency

표 7. Change of MDF between group 1, 2 for muscle fatigue in SCM

(N=20)

	Post-test 1	Post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	155.62±12.35	169.21±8.51	12.773	.002
Group 2(N=10)	143.05±11.02	176.41±7.21		

표 8. Change of MDF between group 2, 3 for muscle fatigue in SCM

(N=20)

	post-test 1	post-test 2	F	p
Group 2(N=10)	143.05±11.02	176.41±7.21	2.542	.128
Group 3(N=10)	154.70±7.98	179.73±6.37		

표 9. Change of MDF between group 1, 3 for muscle fatigue in SCM

(N=20)

	post-test 1	post-test 2	F	p
Group 1(N=10)	155.62±12.35	169.21±8.51	4.970	.039
Group 3(N=10)	154.70±7.98	179.73±6.37		

적인 휴식 후 169.21Hz이었고, 유지-이완 운동군은 문서작업 후 143.05Hz, 유지-이완 운동 후 176.41 Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (표 7).

2) 유지-이완 운동군과 능동신장 운동군 간의 근피로도 변화

유지-이완 운동군은 문서작업 후 143.05Hz, 유지-이완 운동 후 176.41Hz이었으며, 능동신장 운동군은 문서작업 후 154.70Hz, 능동신장 운동 후 179.73 Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (표 8).

3) 일반적인 휴식군과 능동신장 운동군 간의 근피로도 변화

일반적인 휴식군은 문서작업 후 155.62Hz, 일반적인 휴식 후 169.21Hz이었고, 능동신장 운동군은 문서작업 후 154.70Hz, 능동신장 운동 후 179.73Hz로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (표 9).

#### IV. 고 찰

VDT 작업은 다른 작업에 비해 보다 더 정적인 자세로 일하게 되고, 근육활동 또한 단조로워서 경견완 부위의 근골격계 질환을 초래하는 위험한 요인이 되고 있으며, 오랜 시간동안 정적인 자세를 유지하는 것은 피로를 유발할 수 있으며 나아가서는 통증까지 유발할 수가 있다. 이를 보다 객관적으로 측정할 수 있는 것이 근전도이며, 근활동과 동원되는 특정한 운동단위의 동원율을 알아내는데 유용한 방법이다. 현재까지 근피로를 측정하기 위해서는 주

파수평면 분석이 많이 이용되어 왔는데(Macaluso, 2000), 운동단위 활동전위를 아날로그/디지털 변환을 거쳐 숫자화 된 정보를 푸리에변환을 하고 해석하여 각 주파수에서의 power를 구하는 주파수 분석법이다. 근전도 신호를 측정 시 근육이 피로하게 되면 주파수평면이 저주파대로의 이동이 그 특징이라고 하였다(Mereletti와 Roy, 1996). 근육에서 나타나는 피로의 정도에 따라서 중앙주파수가 떨어지게 되는 것은 고주파수에서 저주파수로 전이를 한 결과를 나타내게 되는 것인데, 이것은 근육이 피로함을 나타내는 것이다. 근육의 피로함이 계속 될 경우에는 만성적인 통증을 일으키기 때문에 여러 가지 물리적인 방법들로 피로회복에 접근을 해야 할 것이다. Newman(1957)은 젖산의 정도를 스트레칭 운동을 하면서 제거율을 보았는데 정적 휴식을 취한 그룹보다 하지근육의 젖산 제거율이 빠른 것으로 나타났으며, 김종균과 이승주(2004)는 업무관련 근골격계 질환 중, 목과 어깨의 통증에 대한 스트레칭 운동 효과에 대하여 연구하였는데, 통증 감소에 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 추홍식(2005)은 최대 하 운동 후 정적 휴식과 스트레칭이 젖산 농도에 미치는 영향에 대하여 연구하였는데, 스트레칭을 한 그룹에서 젖산 농도회복이 빠른 것으로 보고하였다. 이런 연구 결과들은 운동성 회복기 동안 심박출량과 근 혈류량이 증가하고, 활동근육에서의 젖산 사용량이 증가되기 때문으로 여겨진다(Strom, 1994).

본 연구에서 상부 승모근의 경우, 능동신장 운동군은 문서 작업 후 중앙주파수는 147.07Hz, 능동신장 운동을 적용 후 156.33Hz로 변화를 보였으며, 흉쇄유돌근의 경우, 154.70Hz에서 179.73Hz로 변화를 보였다. 흉쇄유돌근에서는 유의한 차이를 보였으나,

상부 승모근에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이종대(2005)는 대퇴사두근에 지속적인 등척성 수축을 통해서 근피로를 유발한 후 최대 수의적 등척성 수축력의 변화양상을 Biodex System을 이용하여 알아보았는데, 스트레칭군은 10분과 20분사이, 20분과 30분 사이에서 유의한 차이가 있었다고 보고 하였으며, 권정두(2004)의 연구에 따르면 최대하 운동 후 회복기 향기요법 적용이 젖산의 농도 변화에 있어서, 회복기 5분 후 향기요법 적용 그룹과 향기요법 비적용 그룹의 농도변화의 차이가 나타나긴 했지만, 오히려 향기요법 적용을 한 그룹에서 젖산의 축적이 증가하였다고 보고하였다. 이것은 최대하 운동 후 젖산의 제거가 어느 정도 시간이 지난 후부터 시작됨을 알 수가 있다. 본 연구에서와 같이 10분간의 스트레칭으로 두 근육 모두 피로회복에 유의한 차이를 나타내기 위해서는 어느 정도 제약이 있었을 것으로 사료되며, 김수민(1994)은 동결건 환자 28명을 대상으로 일반적인 물리치료를 선행한 후 관절가동범위 운동을 시킨 그룹과 유지-이완 운동을 시킨 그룹을 비교하였는데, 통증의 감소는 1주, 2주, 3주 치료 후에 유지-이완 운동군의 변화범위가 높게 나타났다고 하였으며, 임원식(2001)은 30명의 동결건 환자를 대상으로 건갑골 패턴과 유지-이완 기법을 적용하여 통증의 감소에 대해서 알아보았는데, 치료 4주 동안에 감소하였다고 보고 하였다. 추홍식(2005)은 최대 하 운동 후 회복 유형에 따라서 혈중 젖산농도를 측정하였는데, 정적 그룹보다 PNF 운동을 적용한 그룹에서 운동직후와 회복기 20분에 젖산 농도의 변화가 있다고 하였으며, 안정시와 회복기 60분에는 젖산 농도의 변화가 없다고 하였다. 능동적인 운동은 회복과정 중 근육의 펌프활동을 계속하여 혈액이 사지에 유통 되는 것을 방지하며, 아울러 혈액과 근육의 젖산 수준을 좀 더 감소시키는 것으로 사료된다(Sady 등, 1982). 본 연구에서 상부 승모근의 경우, 문서 작업 후 152.61 Hz, 유지-이완 운동을 적용 후 170.99Hz로 변화를 보였으며, 흉쇄유돌근의 경우, 143.05Hz에서 176.41 Hz로 변화를 보였다. 두 근육 모두 피로 회복에 유의한 차이를 나타냈으며 유지-이완 운동이 근피로 회복에 효과적임을 재확인 할 수가 있었다.

## V. 결 론

본 연구는 건강한 성인남녀 30명을 대상으로 표면근전도 MP150을 이용하여 문자입력 작업 후 일반적인 휴식, 유지-이완 운동, 능동신장 운동을 통해 상부 승모근과 흉쇄유돌근의 피로 변화를 측정해 보았다. 다음과 같은 결론에 도달하였다.

컴퓨터 문자입력 작업 후 유지-이완 운동은 상부 승모근과 흉쇄유돌근의 피로회복에, 능동신장 운동은 흉쇄유돌근에만 효과적이었다. 유지-이완 운동과 능동신장 운동 간에는 유지-이완 운동이 보다 효과적이었다.

앞으로 장시간동안의 신체활동으로 인한 근피로 회복에 유지-이완 운동이 어떤 영향을 가져오는지 는 더 연구되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 권정두. 최대 하 운동 후 향기요법이 회복기 심박수 변화 및 혈중 카테코라민과 젖산에 미치는 영향. 대전대학교 보건스포츠대학원, 석사학위논문, 2004.
- 김민욱, 조수현, 한태륜 등. 책상높이와 키보드 디자인에 따른 상지 자세 및 승모근 긴장의 변화. 대한재활의학회지, 2002;26(4):461-9.
- 김수민. 동결건 환자에 대한 유지-이완기법과 관절가동범위 운동의 비교. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위논문, 1994
- 김종균, 이승주. 업무관련 근골격계 질환 중 목과 어깨의 통증에 대한 스트레칭 운동 효과 분석. 한국체육학회지, 2004;43(3):655-62.
- 노동부고시. 영상표시단말기(VDT) 근로자 작업관리 지침, 2004;제2004-50호.
- 박정일, 조경환, 이승한. 여성 국제 전화 교환원들에 있어서의 경견완 장애. 대한산업의학회지, 1989; 1(2):141-150.
- 손정일. VDT작업관련 증상과 심리 증상과의 상관성 연구. 한양대학교대학원, 석사학위논문, 1994.
- 송승미. VDT작업자의 근골격계 자각증상에 관한 조사 연구. 이화여자대학교 보건교육대학원, 석사학위논문, 1995.
- 신현석. 피로조건하에서의 내측 장딴지근과 가자미근의 근전도 스펙트럼 분석. 한국전문물리치료학회지, 1998;5(4):9-19.
- 안재용, 한정수, 민기식. 근전도를 이용한 근피로도

- 의 측정. 대한정형외과학회지, 1998;33(4): 1184-92.
- 윤덕기. 컴퓨터 작업 시 모니터와 마우스 위치에 변화에 따른 작업 부하의 변화에 관한 연구. 인천대학교 대학원, 석사학위논문, 2002.
- 이경임. VDT증후군의 대화형 작업과 입력형 작업에 따른 차이와 유해 요인에 관한 조사. 동덕여자대학교 대학원, 석사학위논문, 1994.
- 이종대. 등척성 수축으로 근피로 유발 수 스트레칭과 마사지가 근수축력 회복에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위논문, 2005.
- 임원식. 동결건 환자를 위한 PNF의 견갑골패턴과 유지-이완기법 적용이 관절가동범위와 통증에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위논문, 2001.
- 추홍식. 최대하 운동 후 스트레칭체조가 혈중 젖산 농도에 미치는 효과. 건양대 보건복지대학원, 석사학위논문, 2005.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice. 2nd Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1999: 53-57.
- Bjelle A, Hagberg M, Michaelsson G. Clinical and ergonomic factors in prolonged shoulder pain among industrial worker. Scand J Work Environ Health, 1979;5(1):205-13.
- Boose SR, Calissendorff BM, Knave BG et al. Work with video display terminals among office employees: III. ophthalmologic factors. Scand J Work Environ Health, 1985;11(6): 475-81.
- Cannon LJ, Bernacki EJ, Walter SP. Personal and occupational factors associated with carpal tunnel syndrome. J Occup Med, 1981;23(4):255-8.
- Hagberg M. Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue in two elevated arm position. Am J Phy Med, 1981;60(3):111-21.
- Iwakiri. K. Survey on visual and musculoskeletal symptoms in VDT workers. National Institute of industrial Health, 2004;46(6):201-12.
- Knave BG, Wibom RI, Voss M et al. Work with video display terminals among office employees subjective symptom and discomfort. Scand J Work Environ Health, 1985;11(6): 457-66.
- Macaluso A, De Vito G, Felici F. Electromyogram changes during sustained contraction after resistance training in women training in their 3rd and 8th decades. Eur J Appl Physiol, 2000;82(5):418-24.
- Mereletti R, Roy S. Myoelectric and mechanical manifestations of muscle fatigue in voluntary contraction. J Orthop Sports Phys Ther, 1996;4(6):342-53.
- Newman EV. The rate of lactatic acid removal in exercise. Am J Physiol, 1957;11(8): 457-61.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation. Arch Phys Med Rehabil, 1982;63(6): 261-3.
- Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. Am J Ind Med, 1987;11(3):343-58.
- Strom HG. The influence of anoxia on lactate utilization in man after prolonged muscular work. Scand J Work Environ Health, 1994;17(2):440-51.
- Wilmore JH, Parr RB, Gilandola RN. Physiological alterations consequent to circuit weight training. Med Sci sport, 1996; 10(2):79-84.