

극장식 계단강의실 의자와 일반강의실 의자에서 받아쓰기 과제 수행 시 등세모근육의 근 활성화도 비교

김태진

연세대학교 대학원 물리치료학과

조상현, 신현석

연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, 보건환경대학원 인간공학치료학과, 보건과학연구소

Abstract

A Comparison of Trapezius Muscle Activity While Performing a Dictation Task, Sitting in an Auditorium Chair and a Classroom Chair

Tae-jin Kim, B.H.Sc., P.T.

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

Sang-hyun Cho, Ph.D., M.D.

Heon-seock Cynn, Ph.D., P.T.

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

Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University
Institute of Health Science, Yonsei University

The purpose of this study was to investigate the effect of the two different types of chairs on trapezius muscle activation during dictation tasks. Seventeen university students, each of whom were within ± 1 standard deviation of the mean Korean standard body size, voluntarily participated in this study. Surface electromyography was used to collect electrical signals from both the upper and lower trapezius muscles. Amplitude Probability Distribution Function (APDF) was performed to analyze the muscle activity. The findings of this study were 1) The backrest-point height of the auditorium chair and the height, length and width of the connected desk were shorter than what was suggested by the KS. Another difference was that the auditorium chair had a bigger angle of the backrest compared to the classroom chair. 2) Regarding within-subject effect the sole statistically significant difference was found between activation of the upper trapezius muscle. The upper trapezius muscle's %RVC in the APDF 10th-50th-90th percentile was statistically higher for participants sitting in the auditorium chair than for participants sitting in the classroom chair ($p < .05$). 3) There was an interaction effect between the 'two chair-types' and the 'two muscle-sides' in the APDF 10th-50th percentile ($p < .05$). 4) There was an interaction effect between the 'two chair-types' and the 'three gaze-direction' in the APDF 90th percentile ($p < .05$). The findings of this study indicated that maintaining a writing posture for a prolonged period of time in an auditorium chair significantly increased the left upper trapezius muscle activation compared to a classroom chair.

Key words: Amplitude Probability Distribution Function; Chair; Surface electromyography; Trapezius muscle.

통신저자: 조상현 fastcloud@yonsei.ac.kr

“이 논문은 2011년도 연세대학교 대학원 재원으로 대학원 총학생회의 지원을 받아 연구되었음.”

I. 서론

아이와 청소년에게 흔히 나타나는 목과 어깨의 통증 또는 불편감은 나이와 성, 정신사회적 요인, 그리고 자세 등 다양한 원인을 가지고 있다(Briggs 등, 2004; Egger 등, 1999; Hakala, 2002; Jacobs과 Baker, 2002; Siivola 등, 2004; Wedderkopp 등, 2001). Cho 등(2003)의 조사에 따르면 학생들은 이러한 통증의 원인으로 가장 중요한 것은 자세라고 생각했으며, 실제로 학교 의자에 지속적으로 앉아있는 자세와 통증 사이에 높은 관련성 있었다(Cotton 등, 2002; Murphy 등, 2004; Niemi 등, 1996; Ramos 등, 2005).

대학교의 강의실 의자는 강의실마다 다양한 형태를 가지고 있으며, 대학생의 신체 조건이 다양한 것처럼 칠판과 학생 사이의 눈높이 차이도 다양하다. 의자와 책상의 표준화를 위해서 기술표준원에서는 초, 중, 고등 학생의 수업용의자를 위한 한국산업표준(지식경제부 기술표준원, 2011)과 대학 강의실용 책상 및 의자를 위한 한국산업규격(지식경제부 기술표준원, 2005)을 제시하였다. 하지만 이러한 표준규격이 있음에도 불구하고 초, 중, 고등학생의 수업용의자가 학생들의 신체에 미치는 영향에 대해 과학적인 실험을 바탕으로 한 인체공학적 인 합리적 이유와 증거가 부족하며(Prins 등, 2008) 이는 대학 강의실의 의자에서도 마찬가지 실정이다. 대학의 극장식 계단강의실 의자(계단강의실 의자)는 극장처럼 뒷줄에 앉은 학생들의 시선확보를 통해 수업의 집중을 향상시키기 위해 고안되었다. 하지만 이 의자는 강의 중 필기를 많이 해야 하고, 강단과 자신의 노트 사이로 시선을 자주 이동해야 하는 학생의 수업 중 동작 특성을 고려하지 않았다. 또한 지속적인 앉은 자세는 목과 어깨 근육의 활동에 영향을 주고 이러한 근육의 지속적인 활동은 2차적으로 근육통(muscle myalgia), 염좌(muscular strain)등 다양한 근골격계 이상을 유발시킨다(Cotton 등, 2002; Jensen 등, 1993; Mandal, 1981; Waris, 1980).

지속적으로 앉은 자세와 연관된 근골격계 이상을 예방하기 위해서는 정확한 생체역학과 근육시스템의 연구가 필요하다(Cram과 Vinitzky, 1995). 일정한 자세나 동작과 같이 일정한 근육만 사용하는 일을 지속하는 경우, 근육은 피로발생을 피하기 위하여 강한 강도의 수축과 약한 강도의 수축을 고르게 사용한다(Criswell, 2010). 이러한 근육의 전기생리학적 변화를 계량적으로

측정하기 위해서 대표적으로 비침습적장비인 표면근전도를 오랫동안 사용해왔다.

진폭확률분포함수(Amplitude Probability Distribution Function; APDF)는 표면근전도의 전기적 신호를 분석하여 다양한 강도로 수축하는 근육의 수축분포도를 수학적 함수를 통하여 얻어내는 방법으로써(Jonsson, 1988), 역학, 인체공학, 직업 등의 분야에서 근육의 활성도를 평가하기 위해 이용해 왔다(Capodaglio 등, 1996; Hansson 등, 2000; Jensen 등, 1993; Westgaard, 2001). 목과 어깨의 통증은 장시간 근육사용시 수축휴식이 부족하며 근육수축이 과다한 것과 상관이 있다(Blangsted 등, 2003; Jensen 등, 1993; Szeto 등, 2005; Westgaard 등, 2001). 따라서 근육수축시 수축휴식이나 과다한 근육수축을 수치로 나타내는 기법이 있으면 근전도를 통한 근육긴장도의 많고 적음을 비교분석할 수 있게 된다(Jonsson, 1988). 이를 위한 신호 분석 기법 중 APDF는 일정시간 동안 일을 하는 근육의 전기적 신호인 진폭을 근육의 강도(load)의 수준으로 변형하기 위하여 근육의 근전도 신호의 제곱 평균 제곱근(root mean square; RMS)값의 진폭확률(amplitude probability; AP)을 최대 수의적 근 수축 백분율(%maximal voluntary contraction; %MVC)의 크기 순서대로 회귀시켜 누적된 진폭확률로 나타낼 수 있는 장점이 있어서 본 연구에 채택하였다(Merletti와 Parker, 2004). 즉, 근육의 다양한 강도 수준에서 근육 수축의 분포 정도를 분석함으로써 그 근육의 활성도를 평가할 수 있다(Hagberg, 1979; Jonsson, 1988). 특히 목, 등, 그리고 어깨 부위에 넓게 분포하고 가장 바깥층에 위치하면서 일정한 자세나 동작을 유지하는 동안 가장 쉽게 영향을 받는 등세모근육의 활성도를 평가하기 위해 APDF 분석을 통해 10th-50th-90th percentile등 구간을 나누어 사용한 연구들이 다양하게 있었다(Blangsted 등, 2003; Jensen 등, 1993; Szeto 등, 2005; Westgaard 등, 2001).

따라서 본 연구는 연세대학교의 극장식 계단강의실 의자와 일반강의실 의자를 한국산업규격과 비교하고, 각 의자에 앉아서 세 가지 다른 시선높이의 받아쓰기 과제를 수행할 때, 등세모근육의 위쪽갈래와 아래쪽갈래의 활성도 변화를 알아보기 위하여 표면근전도의 APDF를 분석하였다. 본 연구의 연구가설로는 의자의 종류와 시선의 변화, 그리고 근육의 위치에 따라 등세모근육의 근 활성도가 변할 것이라고 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

대상자는 대한민국 20대 남녀 표준체형(한국인 인체 치수조사, 2010)(표 1)의 평균과 ± 1 표준편차 안에 드는 성인 17명으로 연세대학교 원주캠퍼스에 재학생중이며 받아쓰기 원고를 충분히 식별할 수 있는 시력(안경, 콘택트렌즈 등을 포함하여)을 갖고 있고, 최근 1년 동안 목과 상지 부위에 근골격계 손상이나 신경계 손상으로 병원치료를 받은 적이 없는 자발적 참여자들이었다.

2. 실험방법

각각의 참여자는 숫자 카드를 이용하여 무작위 순서로 두 개의 의자에 1일을 간격으로 두고 앉았고, 각각의 의자에서 참여자는 숫자 카드를 이용하여 무작위 순서로 세 가지 시선의 높이에서 받아쓰기 과제를 수행하였다(Ellegast 등, 2012).

가. 앉은 자세

대상자는 과제를 수행하는데 편안하고 상체를 자연스럽게 편한 자세로 앉았으며, 두 의자에 공통적으로 다음 자세를 표준화하여 유지하도록 하였다(Cotton 등, 2002). 엉치뼈를 의자의 등받이에 붙이고 허리와 목은 자연스럽게 폈다. 다리는 어깨넓이로 벌리고 무릎은 약 90도로 굽혔으며, 오른손 팔꿈치는 자연스러운 각도로 책상과 팔걸이에 지지하고 왼손은 자연스럽게 받아쓰기 하는 종이 위에 두었다.

나. 받아쓰기 과제

과제는 글자 크기가 16포인트(높이 5.6 mm)이고 맑은 고딕체로 인쇄한 한글 원고(소설의 일부)를 참여자가 편안한 속도로 받아쓰는 것이었다. 받아쓰기 원고는 보면대를 이용하여 참여자의 시력으로 원고를 충분히 식별할 수 있는 거리(약 500 mm)에 놓여있었고, 세 가지

시선의 높이는 각각 1) 상향시선(눈높이에서 위쪽으로 약 15도) 2) 하향시선(책상 위) 3) 눈높이시선(눈높이)으로 제시하였다. 받아쓰기 과제는 각각의 시선의 높이에서 10분 동안 수행하였으며(Criswell, 2010) 학습 효과와 이월 효과를 방지하기위해 각각의 과제 사이에 3분간 휴식을 취하였다.

3. 표면근전도 수집과 기본 신호처리

표면근전도는 Noraxon Telemetry 2004T¹⁾를 이용하여 근육의 전기적 신호를 측정하였고, MyoResearch ver. 1.06을 이용하여 신호 처리하였다. 표본수집률(sampling rate)은 1500 Hz였고, 하드웨어 필터는 노치필터가 없고, 고역 통과 필터가 10 Hz, 저역 통과 필터가 1500 Hz였다.

가. 전극 부착 부위

측정대상인 4개의 근육은 양쪽 등세모근의 위쪽갈래(upper trapezius)와 아래쪽갈래(lower trapezius)로 목과 어깨 부위에서 주요한 지지역할을 하는 근육들이다. 한 쌍의 전극은 전극의 중심과 중심 사이가 20 mm 거리로 근육섬유의 주행방향에 평행하게 부착하였고 기준전극은 측정근육이 주행하지 않는 근처 뼈 부위에 부착하였다. 각각의 근육의 부착 지점은 Criswell(2010)과 Szeto 등(2005)을 참고하여 선택하였으며 전극을 부착하기 전에 피부의 저항을 줄이기 위해 매우 가는 사포와 알코올로 닦아내고 부착지점에 유성펜으로 표시를 남겼다.

나. 소프트웨어 필터

Noraxon 근전도 기기용 신호처리 소프트웨어인 MyoResearch의 심전도 잡음 제거기능을 이용하고, 고역 통과 필터(차단 주파수-10 Hz)와 저역 통과 필터(차단 주파수-400 Hz)를 하였다.

다. 제곱 평균 제곱근(root mean square; RMS)

신호처리 되지 않은 원근전도 신호(raw EMG)는 빠

표 1. 대한민국 20대(20~29세) 남녀 표준체형 및 대상자의 특성

(N=17)

성	나 이	키(cm)		몸무게(kg)	
		평균±표준편차	표준체형	평균±표준편차	대상자
남(12명)	20~26세	173.1±5.6	표준체형	172.4±3.9	69.8±9.4
여(5명)	20~22세	159.7±5.0	표준체형	160.4±4.6	54.2±7.3
					69.9±6.9
					51.8±3.1

1) Noraxon Telemetry 2400, NORAXON Inc., Scottsdale, AZ, U.S.A.

르게 양과 음의 값으로 변화하므로 일정 기간의 변화추세를 관찰하기에 어려움이 있다(Criswell, 2010). 이를 해결하기 위한 방법들 중에 최근 가장 흔하게 이용되는 RMS를 본 연구에 적용하였으며, RMS 연산의 기본단위 윈도우 구간은 .125초였다.

라. 근전도 신호의 정량화

RMS 근전도 신호의 개인 간 비교 혹은 개인 내 반복 측정 시 비교를 위한 정량화 방법에는 최대 수의적근 수축(maximal voluntary contraction; MVC)과 기준근 수축(reference voluntary contraction; RVC)의 두 가지 방법이 있다. 하지만 두 방법 중 어느 방법이 더 효과적인지는 실험조건에 따라 다르게 나타나고 있고, 저 강도 수준의 활동에서 RVC가 MVC보다 RMS 근전도 신호의 개인 간 차이의 민감도를 더 감소시키는 경향이 있기 때문에 RVC를 참조로 정량화하였다(Hansson 등, 2000). RVC는 대상자가 두 의자를 측정할 때마다 똑바로 서서, 팔꿈치를 펴고 양 팔을 날개뼈면(scapular plane) 방향으로 90도 벌린 자세에서 1 kg의 아령을 들고 있을 때 측정되었다. 이자세를 15초 동안 유지하고 중간 5초간 측정된 근전도 RMS의 중앙값(median)을 RVC로 정하였다. 이러한 과정을 4회 반복하여 얻어진 4개의 RVC의 평균값을 각 실험 당일의 RVC로 정하였다(Criswell, 2010).

4. 표면근전도 신호의 APDF분석

본 실험의 대상자 1인이 계단강의실 의자에서 하향시선의 과제를 수행할 때 나타나는 등세모근육의 APDF분포도가 그림 1이다. X축은 %RVC단위로 표시한 근전도 신호의 크기척도이고 Y축은 X축 각 지점에 대한 AP(0~1.0)이다. APDF의 분포형태 특성을 지수로 표현하기 위하여 사용하는 대표적인 방법은 4개의 백분위수(percentile)를 구하는 것이다(Hansson 등, 2000). X=0~100.0(%RVC)에 해당하는 AP값(분포선 이하 면적)을 Y축으로 했을 때, Amplitude Probability level, AP=.1 즉 10%에 도달하는 지점의 X축 값(%RVC)을 APDF 10th percentile이라 한다. 이러한 방식으로 50th, 90th, 99th percentile도 구하여 사용한다. 따라서 APDF 10th percentile은 수집된 근전도를 크기 순서로 누적했을 때, 가장 작은 크기에서 10th percentile에 해당하는 근전도 신호의 크기(microvolt 혹은 %RVC)를 의미하는 것이다.

수분 이상 동일한 자세를 유지하는 경우, 근육은 피로현상을 줄이기 위하여 미세한 휴식을 반복하는데 근육의 활성화도가 증가하여 이러한 미세휴식이 감소하면 APDF 10th percentile이 증가하게 된다. 또한, 근육의 활성화도가 더욱 증가 될수록 50th, 90th, 99th percentile도 차례로 증가한다. Jonsson(1988)에 따르면 장시간 10th percentile(static level의 근육수축 값-%MVC)이 높을 때 근육의 활성화도가 증가하여 쉽게 피로가 일어난다고 하였고, APDF분석을 이용한 연구들에서 이 구간을 중요하게 이용하였다. 하지만, 이 구간과 목-어깨 주변의 통증 사이에 양의 상관관계가 있다는 결정적인 증거가 보고되지 않고 있기 때문에(Westgaard, 1999), 최근에는 APDF의 여러 구간을 함께 관찰하며 근육의 긴장도와 목과 어깨 주변의 통증 사이의 관계를 알아보고자하였다(Blangsted 등, 2003; Østensvik, 2009; Szeto 등, 2005; Westgaard 등, 2001).

본 실험에서 RMS값들은 ASCII 파일과 마이크로소프트 엑셀 파일로 변환되어 개인컴퓨터에 저장되었고 별도로 작성한 MATLAB R2008a (MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, U.S.A.) 프로그램을 이용하여 APDF의 10th-50th-90th-99th percentile을 구하였다.

5. 분석방법

본 논문의 분석방법은 PASW Statistics ver. 18의 일반선형모형(generalized linear model; GLM)을 이용하여, 등세모근의 APDF 10-50-90-99th percentile에

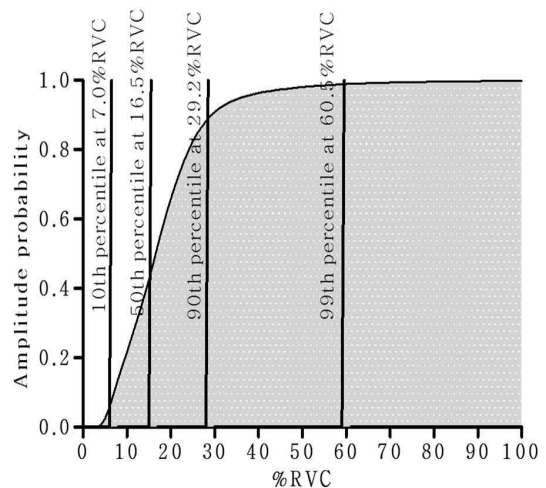


그림 1. 등세모근 위쪽갈래 EMG의 APDF.

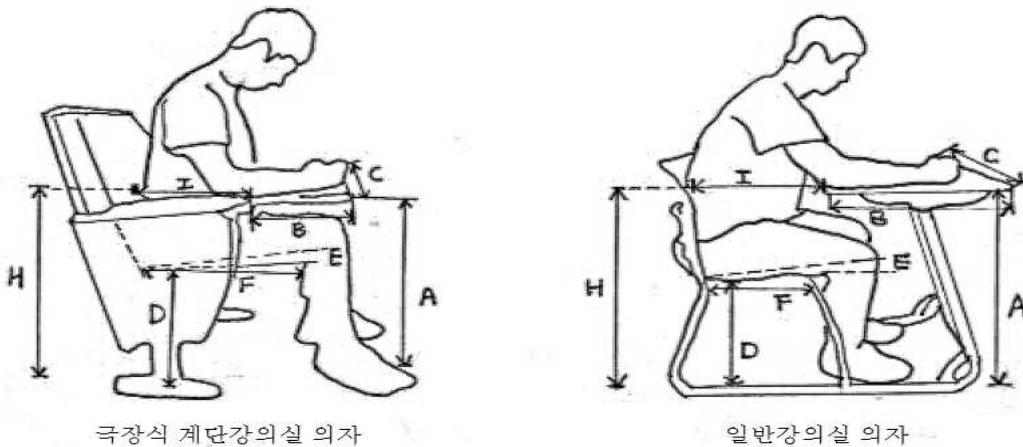


그림 2. 의자들의 규격 정의. A: 위판 면의 앉는 쪽 끝의 높이, B: 위판 앞길이(투명), C: 한 사람이 차지하는 위판의 너비, D: 앉는 자리 기준점의 높이, E: 앉는 면의 경사 각도, F: 앉는 면의 유효 앞길이, H: 등받이점의 높이, I: 책상의 앉는 자리 쪽 끝과 의자의 등받이점 간의 수평 거리.

대하여 3요인 반복측정 분산분석(근육 좌, 우측, 의자 두 종류, 시선높이 세 가지)을 시행하여 개체 내 반복요인의 유의성을 검정하였고, 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다. 시선높이 세 가지에서 유의한 차이가 나타나면 본페로니 수정법을 이용하여 사후검정을 시행하였다.

III. 결과

1. 계단강의실 의자와 일반강의실 의자의 계측

대학 강의실용 책상 및 의자를 위한 한국산업규격(지식경제부 기술표준원, 2005)과 연세대학교 계단강의실 및 일반강의실 의자의 특성을 비교하여 그림 2와 표 2에 나타내었다. 계단강의실 의자의 경우 등받이점의 높이, 연결책상의 길이와 너비, 연결책상의 높이가 한국산업규격 치수보다 작았다. 또한 일반강의실 의자와 비교하였을 때, 앉는 면의 소재로 부드러운 쿠션을 사용하였고 등받이의 각도가 더 컸다.

2. 3요인 반복측정 분산분석에서 개체 내 반복요인의 검정

등세모근 위쪽갈래와 아래쪽갈래에 대하여 APDF를 반복 측정한 본 실험에서 개체 내 반복요인은 1)근육 좌, 우측, 2)의자 두 종류, 3)시선높이 세 가지였다. 이러한 반복요인의 유의성 검정결과를 APDF의 네 가지 구역에서 별도로 구한 것이 표 3이다. 유의한 개체 내 반복요인 근육은 등세모근 위쪽갈래뿐이었으며, 아래쪽

갈래에서는 모든 반복요인의 검정이 유의하지 않았다. 이렇게 유의한 개체 내 반복요인인 등세모근 위쪽갈래의 일반적인 APDF의 분포를 네 가지 구역에서 별도로 나타낸 것이 표 4이다. APDF모든 구간에서 %RVC값은 계단강의실 의자가 일반강의실 의자보다 모든 경우에서 높게 나타났다. 특히 계단강의실 의자가 일반강의실 의자와 비교했을 때보다 등세모근 위쪽갈래에서 통계적으로 유의하게 더 높은 %RVC값을 나타낸 경우는 APDF 10th-50th-90th percentile 구간에서였으며($p<.05$), ‘근육 좌, 우측’은 APDF 99th percentile에서만 좌측근육이 유의하게 더 높았고($p<.05$), ‘시선높이 세 가지’는 APDF 90th-99th percentile에서 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 유의한 차이가 나타난 ‘시선높이 세 가지’의 사후검정 결과, 하향시선의 과제를 수행할 때 APDF 90th percentile에서 상향시선에 비해 %RVC값이 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, APDF 99th percentile에서 눈높이시선에 비해 %RVC값이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

3. 3요인 반복측정 분산분석에서 상호작용의 검정

이렇게 유의한 개체 내 반복요인 두 개가 결합되었을 경우에 대하여 반복요인효과를 검정하였을 때, ‘근육 좌, 우측’×‘시선높이 세 가지’는 APDF 10th percentile에서만 상호작용이 있었고($p<.05$), ‘근육 좌, 우측’×‘의자 두 종류’는 10th-50th percentile에서 상호작용이 있었으며($p<.05$), ‘의자 두 종류’×‘시선높이 세 가지’는 90th per-

표 2. 일반강의실 의자와 계단강의실 의자의 규격

(길이단위: mm)

		한국산업규격	일반강의실 의자 및 책상	계단강의실 의자 및 책상
A	위판 면의 앉는 쪽 끝의 높이	700	700	605
B	위판 앞길이(투명)	350이상	460	235
C	한 사람이 차지하는 위판의 너비	560이상	610	265
D	앉는 자리 기준점의 높이	400	400	400
E	앉는 면의 경사 각도	0~5도	5도	5도
F	앉는 면의 유효 앞길이	360	460	450
G	앉는 면 소재		플라스틱	쿠션
H	등받이점의 높이	630	600	580
I	책상의 앉는 자리 쪽 끝과 의자의 등받이점 간의 수평 거리	420	420	420
J	등받이 점에서 등받이 각도		100도	105도

표 3. 3요인 반복측정 분산분석에 따른 등세모근 위쪽갈래와 아래쪽갈래 APDF의 개체 내 효과 검정 (N=17)

근육	개체 내 요인	10th percentile	50th percentile	90th percentile	99th percentile
등세모근 위쪽갈래	근육 좌, 우측	.549	.980	.211	.000*
	의자 두 종류	.033*	.014*	.030*	.316
	시선높이 세 가지	.085	.080	.039	.001*
	근육 좌, 우측×의자 두 종류	.004*	.011*	.190	.170
	근육 좌, 우측×시선높이 세 가지	.043*	.061	.299	.139
	의자 두 종류×시선높이 세 가지	.202	.264	.031*	.088
	근육 좌, 우측×의자 두 종류×시선높이 세 가지	.002*	.007*	.005*	.804
등세모근 아래쪽 갈래	근육 좌, 우측	.353	.368	.397	.196
	의자 두 종류	.326	.193	.128	.391
	시선높이 세 가지	.372	.153	.487	.433
	근육 좌, 우측×의자 두 종류	.618	.904	.636	.619
	근육 좌, 우측×시선높이 세 가지	.342	.686	.289	.968
	의자 두 종류×시선높이 세 가지	.287	.620	.871	.524
	근육 좌, 우측×의자 두 종류×시선높이 세 가지	.297	.288	.222	.445

*p<.05.

centile에서 상호작용이 있었다(p<.05). 유의한 개체 내 반복요인 세 개가 결합되었을 경우(‘의자 두 종류’×‘근육 좌, 우측’×‘시선높이 세 가지’)에 대하여 반복요인효과를

검정하였을 때, APDF 10th-50th-90th percentile에서 상호작용이 있었다(p<.05).

따라서 본 연구의 개체 내 반복요인은 등세모근 위

표 4. 등세모근 위쪽갈래의 일반적인 APDF분포(%RVC)

(N=17)

근육	의자	시선	10th percentile	50th percentile	90th percentile	99th percentile
오른쪽 등세모근 위쪽갈래	극장식 계단강의실	상향시선	4.68±3.59 ^a	11.11±7.86	23.47±12.69	50.86±21.46
		하향시선	7.06±5.67	13.84±8.66	25.11±13.25	62.36±19.74
		눈높이시선	5.91±4.83	12.71±8.56	23.41±11.77	52.85±22.59
	일반강의실	상향시선	4.22±3.12	8.00±6.89	17.26±10.92	49.67±20.91
		하향시선	7.70±7.57	13.94±12.25	27.34±16.67	61.23±23.52
		눈높이시선	6.36±10.47	12.01±12.44	23.39±15.37	56.34±24.43
왼쪽 등세모근 위쪽갈래	극장식 계단강의실	상향시선	6.89±8.25	14.32±12.98	23.99±17.46	36.61±23.65
		하향시선	16.94±18.17	24.01±23.10	34.21±29.04	49.19±37.54
		눈높이시선	9.38±12.33	15.21±15.84	23.75±20.45	32.51±26.81
	일반강의실	상향시선	1.82±1.15	3.59±3.12	8.12±9.75	21.58±16.95
		하향시선	4.87±10.12	8.08±13.28	14.50±17.02	37.05±27.78
		눈높이시선	2.41±1.91	6.73±20.81	13.93±14.86	27.12±25.76

^a평균±표준편차.

쪽갈래에서만 영향이 있으며, 단일 반복요인 중에서는 ‘의자 두 종류’가 이 근육에 가장 많은 영향을 미치고, 그 다음으로 ‘근육 좌, 우측’ 와 ‘시선높이 세 가지’가 비슷한 정도의 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

IV. 고찰

본 연구의 목적은 연세대학교의 극장식 계단강의실 의자와 일반강의실 의자를 한국산업규격과 비교하고, 각 의자에 앉아서 세 가지 다른 시선높이의 받아쓰기 과제를 수행할 때 등세모근육의 근 활성화(trapezius muscle activity)가 APDF 10th-50th-90th-99th percentile에서 어떻게 변화하는지 알아보하고자하는 것이었다.

의자의 규격들을 비교한 결과, 연세대학교의 계단강의실 의자는 일반강의실 의자보다 등받이의 기울기가 커서 뒤로 많이 젖혀져있고 등받이 점의 높이가 일반강의실에 비해 낮았다(표 2). 또한 일반강의실 의자는 허리를 받쳐주기 위해 의자의 등받이가 곡선형으로 앞으로 나와 있지만 계단강의실 의자는 허리를 받쳐주는 장치가 부족하였다(그림 2). 계단강의실 의자에 연결된 책상의 높이 또한 일반강의실 의자의 연결된 책상 보다 더 낮았다(표 2). 결과적으로 필기자세를 취했을 때 일반강의실 의자보다 계단강의실 의자에서 상체의 머리와 목이 의자의 등받이로부터 더욱 멀어지게 되고 앞으로 더욱 향하게 되어(그림 2) 등세모근 위쪽갈래의 근 활

성도를 높였다(McLean, 2005; Straker 등, 2008).

등세모근 위쪽갈래의 활성화도에 영향을 미치는 머리와 목의 굽힘은 시선의 높이가 낮을수록 증가한다. Straker 등(2008)의 연구에 따르면 어린아이가 책상 위에서 상향 또는 하향시선보다 눈높이 시선에 위치한 과제를 할 때 상체를 더 많이 바로 세우고 대칭적인 자세를 유지하였으며 등세모근 위쪽갈래의 활성화도가 더 낮았다. 본 실험에서도 비슷한 결과가 나왔다. 계단강의실 의자의 경우 책상 면의 높이가 일반강의실 의자보다 낮기 때문에 시선을 아래로 유지하는 경우 목의 굽힘이 더 증가하면서 머리의 무게가 앞으로 더욱 기울게 되었다. 이를 버티기 위하여 대표적인 목 펌 근육인 등세모근 위쪽갈래의 근 활성화도가 더 많이 증가하는 것을 볼 수 있었다(표 4).

계단강의실의자는 산업규격에 맞지 않는 책상 면이 의자의 오른쪽에만 있었다(표 2). 게다가 의자가 좌우로 서로 붙어있기 때문에 실제 수업상황에서 옆자리에 사람이 앉는다면 한 사람이 양쪽 팔걸이를 모두 사용할 상황이 적다. 본 실험에서 대상자는 필기 과제를 수행하는 동안 계단강의실 의자에서는 오른 쪽 팔꿈치만을 지지할 수 있었던 반면에 일반강의실 의자에서는 산업규격에 맞는 책상 면 위에서 두 팔을 모두 지지할 수 있었다. 그 결과 계단강의실의자에서 필기 과제를 수행할 때 왼쪽 등세모근 위쪽갈래의 활성화도가 통계적으로 유의하게 높게 나타났었다(표 4). 이는 전완의 지지가 있을 때 등세모근 위쪽갈래의 근 활성화도가 낮게 나타났

다는 이전의 연구들의 결과와 비슷하다(Aarås 등, 1997; Delisle 등, 2006; Feng 등, 1997).

목과 어깨의 정렬은 주변근육의 활동에 결정적인 영향을 주며 결과적으로 가장 영향 받기 쉬운 등세모근 위쪽갈래의 근 활성도의 변화와 목-어깨 통증의 원인이 된다(Koskelo 등, 2007). 본 연구결과처럼 APDF 10th percentile에서 등세모근 위쪽갈래의 근 활성도 증가는 2차적으로 근육의 통증을 유발 시키는 원인이 될 수 있다(Aarås, 1994; Jenssen 등, 1993). 특정한 자세를 지속적으로 유지하기 위하여 근육의 활성도가 증가하면 국소적으로 피로를 유발하게 되고, 목과 어깨에 이러한 손상이 반복적으로 일어나면 통증은 심해지게 된다(McLean 2005). 그러나 등세모근 위쪽갈래의 APDF를 이용하여 통증과의 관련성을 찾는 이전 연구들에서 APDF 10th-50th percentile의 통계적 검정력(statistical power)은 낮았다(Mathiassen 등, 2002).

임상적으로 앉은자세에서 허리뼈의 앞굽이를 유지하고 힘을 분산시키기 위해 허리받침 롤(lumbar roll)을 사용하는 것은 머리와 목의 자세 정렬에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 또한 의자의 적절한 등받이 각도(약 110도)는 엉덩관절굽힘 각도를 줄여서 허리받침 롤을 적용했을 때 목과 어깨의 정렬을 위한 효과가 더욱 좋게 나타난다고 알려져 있다(Harrison 등, 1999; Horton 등, 2010). 따라서 기존의 계단강의실 의자를 사용하면서 신체에 무리가 없도록 하기 위해 허리받침을 할 수 있는 휴대용 롤이나 쿠션을 가지고 다니면서 의자에 적용하여 목과 어깨의 정렬을 바르게 할 수 있도록 하여야한다. 또한 연세대학교의 계단강의실 의자는 등세모근 위쪽갈래의 근 활성도에 영향을 줄 수 있는 전완의 지지를 위해 책상의 너비를 넓게하고(Aarås 등, 1997; Delisle 등, 2006; Feng 등, 1997) 적절한 등받이의 각도에 맞는 허리받침 부위를 추가해야 하며(Harrison 등, 1999) 장기적으로는 계단강의실 의자의 규격을 일반강의실 의자처럼 한국산업규격에 맞출 수 있도록 수정해야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 단면적 연구로써 계단강의실 의자에서 등세모근 위쪽갈래의 높은 활성도와 통증의 유발 사이의 관련성을 알아보기 위한 추적연구가 필요할 것이다. 둘째, 본 실험에서 받아쓰기 동작을 하는 동안 대상자의 상체 자세는 간접적으로 실험자의 눈으로 관찰했다. 앞으로 기울어지는 정도, 머리 굽힘 각도를 직접 관찰하지 못하여 등세모근의 근 활성도에 미치는 영향을 추정에 의해 해석 할 수

밖에 없었다. 또한 두 의자에 앉은 자세를 표준화 시켰지만 받아쓰기 과제를 하는 동안 일관되게 유지되지 않았을 가능성이 있기 때문에, 이 점이 혼란변수로 작용할 수도 있었다. 셋째, APDF분석법은 일을 하는 동안 근육 섬유들의 동원의 원리에 따라 근육이 수축하는 정도를 분석할 뿐 이 근육의 휴식하는 정도의 차이는 비교할 수 없다. 따라서 앞으로의 연구에서는 상체의 자세를 객관적으로 직접 관찰 할 수 있는 동작 분석과 함께 저 강도의 일을 할 때 근육 안에서 나타나는 수축과 휴식의 관계를 분석하기 위한 추가적인 근전도 신호분석기법을 이용하여 APDF분석과 비교하는 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 계단강의실 의자와 일반강의실의자의 규격을 한국산업규격과 비교하고, 의자에서 필기자세를 유지할 때 나타나는 등세모근의 근 활성도를 분석하기 위해 실시하였다. 연구 결과 등세모근 위쪽갈래의 근 활성도는 일반강의실 의자에서보다 계단강의실 의자에서(APDF 10th-50th-90th percentile에서 $p < .05$), 우측 등세모근 위쪽갈래보다 좌측 등세모근 위쪽갈래에서(APDF 90th percentile에서 $p < .05$) 더 높았으며, 하향시선(APDF 90th-99th percentile에서 $p < .05$)일 때 더 높은 근 활성도를 나타냈다. 이를 통해 등세모근 위쪽갈래에서 낮은 강도(APDF 10th percentile)의 근수축이 계단강의실 의자에 앉아서 쓰기과제를 수행할 때 더 높게 나타난다는 것을 알 수 있었으며, 앞으로의 연구에서는 통증의 유발과의 관련성을 알아볼 수 있도록 추가적인 근전도 신호분석기법과 함께 추적연구가 이루어져야 할 것을 제안한다.

인용문헌

- 지식경제부 기술표준원. 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수. 2005. <http://www.standard.go.kr>
- 지식경제부 기술표준원. 학생용 책상 및 의자. 2011. <http://www.standard.go.kr>
- 한국인 인체치수조사. 20대 한국인 남녀 표준 평균체형. 2010. <http://www.sizekorea.kats.go.kr>
- Aarås A. Relationship between trapezius load and the

- incidence of musculoskeletal illness in the neck and shoulder. *Int J Ind Ergon.* 1994;14(4):341-348.
- Aarås A, Fostervold KI, Ro O, et al. Postural load during VDU work: A comparison between various work postures. *Ergonomics.* 1997;40(11):1255-1268.
- Blangsted AK, Hansen K, Jensen C. Muscle activity during computer-based office work in relation to self-reported job demands and gender. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(3-4):352-358.
- Briggs A, Straker L, Greig A. Upper quadrant postural changes of school children in response to interaction with different information technologies. *Ergonomics.* 2004;47(7):790-819.
- Capodaglio P, Jensen C, Christensen H. Quantification of muscular activity in the shoulder region during monotonous repetitive work. *Med Lav.* 1996;87(4):305-313.
- Cho CY, Hwang IS, Chen CC. The association between psychological distress and musculoskeletal symptoms experienced by Chinese high school students. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(6):344-353.
- Cotton LM, O'Connell DG, Palmer PP, et al. Mismatch of school desks and chairs by ethnicity and grade level in middle school. *Work.* 2002;18(3):269-280.
- Cram JR, Vinitzky I. Effects of chair design on back muscle fatigue. *J Occup Rehabil.* 1995;5(2):101-113.
- Criswell E. *Cram's Introduction to Surface Electromyography.* Sudbury, MA, Jones and Bartlett Publishers, 2010:49-53.
- Delisle A, Larivière C, Plamondon A, et al. Comparison of three computer office workstations offering forearm support: Impact on upper limb posture and muscle activation. *Ergonomics.* 2006;49(2):139-160.
- Egger HL, Costello EJ, Erkanli A, et al. Somatic complaints and psychopathology in children and adolescents: Stomach aches, musculoskeletal pains, and headaches. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 1999;38(7):852-860.
- Ellegast RP, Kraft K, Groenesteijn L, et al. Comparison of four specific dynamic office chairs with a conventional office chair: Impact upon muscle activation, physical activity and posture. *Appl Ergon.* 2012;43(2):296-307.
- Feng Y, Grooten W, Wretenberg P, et al. Effects of arm support on shoulder and arm muscle activity during sedentary work. *Ergonomics.* 1997;40(8):834-848.
- Hagberg M. The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1979;40(4):265-272.
- Hakala P, Rimpelä A, Salminen JJ, et al. Back, neck, and shoulder pain in Finnish adolescents: National cross sectional surveys. *BMJ.* 2002;325(7367):743.
- Hansson GA, Nordander C, Asterland P, et al. Sensitivity of trapezius electromyography to differences between work tasks-influence of gap definition and normalisation methods. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(2):103-115.
- Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, et al. Sitting biomechanics part I: Review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999;22(9):594-609.
- Horton SJ, Johnson GM, Skinner MA. Changes in head and neck posture using an office chair with and without lumbar roll support, *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(12):E542-E548.
- Jacobs K, Baker NA. The association between children's computer use and musculoskeletal discomfort. *Work.* 2002;18(3):221-226.
- Jensen C, Nilsen K, Hansen K, et al. Trapezius muscle load as a risk indicator for occupational shoulder-neck complaints. *Int Arch Occup Environ Health.* 1993;64(6):415-423.
- Jonsson B. The static load component in muscle work. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1988;57(3):305-310.
- Koskelo R, Vuorikari K, Hämmänen O. Sitting and standing postures are corrected by adjustable furniture with lowered muscle tension in high-school students. *Ergonomics.* 2007;50(10):1643-1656.
- Mandal AC. The seated man (*Homo Sedens*) the

- seated work position: Theory and practice. *Appl Ergon.* 1981;12(1):19-26.
- Mathiassen SE, Burdorf A, van der Beek AJ. Statistical power and measurement allocation in ergonomic intervention studies assessing upper trapezius EMG amplitude: A case study of assembly work. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12(1):45-57.
- McLean L. The effect of postural correction on muscle activation amplitudes recorded from the cervicobrachial region. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(6):527-535.
- Merletti R, Parker P. *Electromyography, Physiology, Engineering and Noninvasive Applications.* Hoboken, NJ, Wiley-Interscience, 2004:347-348.
- Murphy S, Buckle P, Stubbs D. Classroom posture and self-reported back and neck pain in school children. *Appl Ergon.* 2004;35(2):113-120.
- Niemi S, Levoska S, Kemilä J, et al. Neck and shoulder symptoms and leisure time activities in high school students. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24(1):25-29.
- Østensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2):283-294.
- Prins Y, Crous L, Louw QA. A systematic review of posture and psychosocial factors as contributors to upper quadrant musculoskeletal pain in children and adolescents. *Physiother Theory Pract.* 2008;24(4):221-242.
- Ramos EM, James CA, Bear-Lehman J. Children's computer usage: Are they at risk of developing repetitive strain injury? *Work.* 2005;25(2):143-154.
- Siivola SM, Levoska S, Latvala K, et al. Predictive factors for neck and shoulder pain: A longitudinal study in young adults. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(15):1662-1669.
- Straker L, Burgess-Limerick R, Pollock C, et al. Children's posture and muscle activity at different computer display heights and during paper information technology use. *Hum Factors.* 2008;50(1):49-61.
- Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work-1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Man Ther.* 2005;10(4):270-280.
- Waris P. Occupational cervicobrachial syndromes. A review. *Scand J Work Environ Health.* 1980;5(3 Supple):3-14.
- Wedderkopp N, Leboeuf-Yde C, Andersen LB, et al. Back pain reporting pattern in a Danish population-based sample of children and adolescents. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(17):1879-1883.
- Westgaard RH. Muscle activity as a releasing factor for pain in the shoulder and neck. *Cephalalgia.* 1999;19:1-8.
- Westgaard RH, Vasseljen O, Holte KA. Trapezius muscle activity as a risk indicator for shoulder and neck pain in female service workers with low biomechanical exposure. *Ergonomics.* 2001;44(3):339-353.

논문접수일	2012년 1월 6일
논문심사일	2012년 1월 9일
논문게재승인일	2012년 1월 26일