

삼두근 근력 운동 시 운동 자세와 전완 자세에 따른 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도 비교

김시현, 이원휘, 하성민, 박규남
연세대학교 대학원 재활학과

권오윤
연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, 보건환경대학원 인간공학치료학과

Abstract

A Comparison of EMG Activity for Long and Lateral Heads of Triceps Brachii Muscles According to Exercise and Forearm Positions During Triceps Strengthening Exercises

Si-hyun Kim, B.H.Sc., P.T.
Won-hwee Lee, M.Sc., P.T.
Sung-min Ha, M.Sc., P.T.
Kyue-nam Park, M.Sc., P.T.

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

Oh-yun Kwon, 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

The aim of this study was to compare electromyography activity for long and lateral heads of triceps brachii muscle according to forearm positions during different triceps strengthening exercises. The muscle activities for long and lateral head of triceps brachii were measured by surface electromyography. Fifteen healthy volunteers participated for this study and performed elbow extension in three different elbow extension exercises (elbow extension in a supine position; EES, elbow extension with shoulder abduction at 90 degrees in a prone position; EESA, and elbow extension with one arm at the side of the trunk in a prone position; EESP) and forearm positions (supination, neutral, and pronation). A two-way repeated measures ANOVA was used to compare the effects of the exercise positions and forearm positions. The EMG activities of the long head of the triceps brachii increased significantly during EESP with forearm supination, whereas the activity of the lateral head of the triceps brachii increased significantly during EESA with the forearm in a neutral position ($p < .05$). The results of this study suggest that exercise positions and forearm positions should be considered for selectively strengthening the long and lateral heads of triceps brachii muscles.

Key Words: Electromyography; Forearm position; Lateral head of triceps brachii muscle; Long head of triceps brachii muscle; Triceps strengthening exercise.

I. 서론

과도하고 반복적인 팔꿈치의 움직임이 요구되는 야구와

역도 운동선수들에게는 삼두근의 충분한 근력과 근육의 구심성 및 원심성 수축 조절 능력이 필요하다(Glousman 등, 1992; Morris 등, 1989; Raske와 Norlin, 2002; Rettig 등,

통신저자: 권오윤 kwonoy@yonsei.ac.kr

2006). 또한, 하반신 마비(paraplegia) 환자나 사지 마비(tetraplegia) 환자들의 경우에는 일상생활에서 휠체어를 밀기 위하여 삼두근 장두(long head)의 작용이 필요하며, 휠체어로 옮겨 탈 때에는 체중 지지(weight bearing)를 위하여 주관절 신전 능력이 요구된다(Mulroy 등, 1996). 이러한 능력이 부족할 경우, 운동선수들은 삼두근 기시부에 과도하거나 잦은 과부하(overload)로 인하여 삼두건염(triceps tendinitis)이 유발되며, 주관절 신전 시 주관절 후방 부위에서 만성 통증이 발생된다(Jafarnia 등, 2001). 그리고 휠체어 사용자들은 상지의 견관절 충돌 증후군(shoulder impingement syndrome), 수근관 증후군(carpal tunnel syndrome) 등의 근골격계 장애와 상지의 손상 유병율이 높아질 수 있다(Guo 등, 2003; Louis와 Gorce, 2010; Mulroy 등, 1996). 따라서, 스포츠 관련 운동선수들과 휠체어 사용자들에게 삼두근의 적절한 근력과 수행 능력(performance)이 중요하다.

삼두근의 근력 강화를 위한 운동은 누운 자세에서 벤치 프레스, 목 뒤에서 프레스(the behind the neck press), 아령등을 이용한 운동들이 일반적으로 실시되고 있지만, 이 운동들은 삼두근 뿐만 아니라 대흉근(pectoralis major muscle), 삼각근(deltoid muscle), 이두근(biceps brachii muscle)등과 같은 상지 근육들도 작용하므로 삼두근의 선택적 강화가 어렵다(Fees 등, 1998; Kraemer 등, 2000). 특정 근육의 선택적 강화 훈련을 위해서는 근육의 적절한 길이-장력 관계가 요구되며, 최적의 근육 길이, 근력, 움직임유도하기 위하여 적절한 자세가 필요하다(Chang 등, 1999). 삼두근에 대한 이전 연구에서는 벤치 프레스(bench press)운동을 시행할 때 전완의 회내(pronation) 자세와 양손의 폭이 좁을수록 삼두근 외측두(lateral head)의 높은 근 활성화도 결과를 보고하였다(Lehman, 2005). 이전에 전완의 회외(supination), 중립(neutral), 회내에 자세에 따른 삼두근의 근 활성화도에 대한 연구가 시행되었지만, 외측두에만 초점을 맞추어 전완의 위치에 따른 다른 근 갈래의 기능과 근 활성화도에 대해서는 확인하기 어려웠다(Buchanan 등, 1989; Lehman, 2005; Staudenmann 등, 2009). 삼두근은 장두, 외측두(lateral head), 내측두(medial head) 3개의 근육 갈래로 나뉘어져 있으며 주관절을 신전하는 근육이다. 주관절을 가로 지르는 삼두근은 척골의 주두 돌기(olecranon process)의 근위 표면에 정지하지만, 근육의 갈래에 따라 다른 곳에서 기시한다. 삼두근 장두는 견관절을 지나 견갑골의 관절하결절(infraglenoid tubercle)에 정지하여 삼두근 외측두와 내측두와는 다르게 이관절 근육(two joint

muscle)이다. 삼두근이 견관절과 주관절을 지나 두 관절의 기능에 영향을 미치기 때문에, 견관절과 주관절은 위치는 삼두근의 기능과 근 활성화도에 영향을 주게 된다(Kisner와 Colby, 2002). 최근 연구에서 동일한 근육 내에서 근 갈래에 따른 서로 다른 기능을 보고하고 있는데, 정도현 등(2010)은 대흉근의 쇄골부분(clavicle part)과 늑골부분(sternum part)은 견관절의 외전 범위에 따라 근육의 활성화도를 다르게 나타낸다고 하였고, Fiebert 등(2001)과 Mohamed 등(2003)은 슬관절의 외회전시 외측 슬괵근(lateral hamstring)의 높은 활성화도와 슬관절의 내회전시 내측 슬괵근(medial hamstring)의 높은 활성화도를 보고하였다. 동일한 근육 내에서 여러 갈래를 가진 근육들은 근육갈래에 따라 기능과 근 활성화도의 차이를 나타내기 때문에 근육의 맨손근력검사(manual muscle testing; MMT) 또는 선택적인 강화 훈련 시 다른 자세가 요구되어야 한다(Hislop와 Montgomery, 1995).

몇몇의 연구에서 자세에 따른 주관절 주위 근육에 대한 근력강화 훈련을 시행하고 있지만 삼두근에 초점을 맞추어 근육 갈래에 따른 적절한 강화 훈련 방법을 제시하지 못하고 있으며, 삼두근의 근력 평가 시 근육 갈래에 따른 평가가 이루어지지 않고 있다(Buchanan 등, 1989; Lehman, 2005; Staudenmann 등, 2008). 각각의 삼두근의 근육 갈래가 다른 운동 자세와 전완 자세에서 근 활성화도의 차이를 보일지의 여부와 어떠한 삼두근 운동 및 전완의 자세에서 삼두근의 기능이 가장 적절하게 작용하고 기능에 영향을 미치는지에 대한 연구가 부족하다.

따라서 본 연구의 목적은 삼두근 운동 자세 3가지 1) 바로 누운 자세, 2) 옆드려 누운 자세에서 견관절 외전 90도, 3) 옆드려 누운 자세에서 견관절 중립 자세와 전완의 3가지 자세 a) 회외, b) 중립, c) 회내 자세에 따른 주관절 신전 시 삼두근 장두, 외측두의 근 활성화도를 알아보고자 한다. 본 연구에서는 삼두근 운동 자세와 전완의 자세 따라 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도의 차이를 보일 것이라고 가설하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

연세대학교에 재학중인 15명의 남자 대학생을 대상으로 시행 되었다. 실험에 참가한 모든 대상자들은 1) 현재 상지의 외상이나 통증이 없는 자, 2) 최근 6개월

동안 상지의 외상, 목과 등 또는 어깨의 통증이 없는 자, 3) 어깨와 팔꿈치 관절, 전완의 운동가동 범위가 모두 정상인 자, 4) 도수 근력 검사에서 삼두근의 근력이 등급 5를 만족하는 자, 5) 상지의 정형외과 또는 신경학적 질환이 없는 자로 하였다. 실험에 참여한 모든 대상자들은 실험 과정에 대하여 충분한 설명을 들은 후 연구 동의서에 서명하였다. 대상자 모두 우세손(dominant hand)은 오른손이었다. 연구대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 측정도구

삼두근 장두와 외측두에 대한 근 활성도를 측정하기 위하여 MP100WSW¹⁾와 Bagnoli EMG System²⁾을 이용하였다. 전극은 DE 3.1 이중 차등 전극(double differentia electrode) 2개와 접지전극(ground electrode)을 사용하였다. 이중 차등 전극은 Ag-AgCl 전극 바 3개로 구성되어 각 전극간의 거리(interelectrode distance)는 10 mm 간격이 유지되어있다.

3. 실험방법

가. 근전도 전극 부착

표면 근전도의 전극을 부착하기 전에 피부저항을 감소시키기 위하여 피부의 털과 각질층을 제거하고 소독용 알코올을 이용하여 피부를 닦았다. 우세측 삼두근의 세 갈래 중 삼두근 장두와 외측두에 부착하였고 근육별 전극과 접지전극의 부착위치는 표 2에 제시하였다(Cram 등, 1998).

나. 주관절 신전 운동

실험전에 주관절의 충분한 운동가동 범위를 확보하기 위하여 관절 가동 범위 운동을 시행 하였다. 실험 대상자들은 3가지 삼두근 운동 자세와 3가지 전완의 자세에서 주관절 신전 운동을 하였고, 연구자는 충분한

설명을 통하여 운동방법을 충분히 숙지시켰다.

첫 번째 삼두근 운동 자세는 바로 누운 자세에서 주관절 신전(elbow extension in supine position; EES) 운동이다(그림 1). 대상자는 바로 누운 자세에서 무릎을 어깨 넓이로 벌리고 발의 위치는 어깨와 무릎의 연장선상에 일직선으로 평행하게 놓았다. 견관절은 시상면에서 90° 각도로 굴곡하였고, 주관절 신전 운동을 하는 동안 상완의 동일한 위치를 유지하기 위하여 상완의 말단으로부터 3분의 1지점에 지지대를 두었다. 대상자는 3 kg무게의 아령을 손에 쥐고 손목 자세는 항상 중립 자세를 유지하면서, 주관절 90° 신전 각도를 시작으로 하여 180° 까지 신전 하도록 하였다. 모든 대상자는 우세측에 전극을 부착하였고, 우세측의 주관절 신전 운동을 하였다. 대상자의 운동 속도를 통제하기 위하여 메트로놈(metronome)을 이용하여 초당 30° 각도로 3초 동안 신전 운동을 하였다. 신전 각도 180°에 도달 하게 되면 대상자는 5초간 자세를 유지하였다. 두 번째 운동 자세는 엎드려 누운 상태에서 견관절을 90°로 외전(elbow extension with shoulder abduction at 90 degree in prone; EESA) 하였으며(그림 2), 세 번째 운동 자세는 엎드려 누운 상태에서 견관절의 굴곡이나 외전 없이 중립 상태(elbow extension with arm at side of trunk in prone; EESP) 에서 주관절의 신전 운동을 하였다(그림 3). 두 번째와 세 번째 운동 자세에서도 첫 번째 자세와 동일하게 주관절 90° 신전 각도를 시작으로 하여 180°까지 신전하였다.

세 가지의 삼두근 운동 자세에서 전완의 위치는 각도계(goniometer)를 이용하여 대상자의 완전 회외, 완전 회외와 회내의 중간 위치인 중립, 완전 회내 3가지 자세로 시행하였으며, 운동 및 전완의 자세는 난수표(table of random numbers)를 이용하여 무작위 순서(random order)로 정하였다. 주관절 신전 운동은 고정된 상완에 대하여 전완의 움직임으로 정의 하였다. 주관절 신전 시상완이 고정 되지 않거나 손목의 중립 자세가 유지 되

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=15)

	평균±표준편차	범위
연령(세)	23.6±1.3	21~27
신장(cm)	174.2±5.6	166~188
체중(kg)	66.2±9.2	55~90
체질량지수(kg/m ²)	21.7±2.2	18.3~25.4

1) MP100WSW, BIOPAC System Inc., Santa Barbara, CA, U.S.A.

2) Bagnoli EMG System, Delsys Inc., Boston, MA, U.S.A.

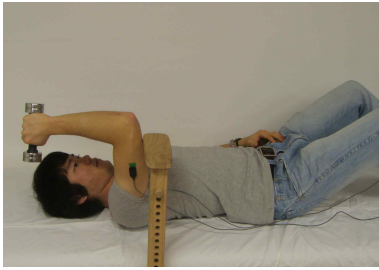


그림 1. EES 시작 자세.



그림 2. EESA 시작 자세.



그림 3. EESP 시작 자세.

지 않을 시에는 측정자가 운동을 멈추게 하고 다시 시행하도록 하였다. 연구대상자들의 근 피로를 방지하기 위해 전환 자세를 변화 시킬 때에는 2분간, 그리고 체간의 자세를 변화시킬 때에는 5분간 휴식을 제공하였다.

4. 분석방법

가. 신호처리 및 표준화

근전도의 표본추출률 1000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역 20~450 Hz를 사용하여 수집하였다. 주관절 신전 운동을 수행하는 동안 수집된 신호를 정규화하기 위하여 최대 수의적 등척성 수축에 대한 백분율 (% maximal voluntary isometric contraction; %MVIC)로 표시 하였다. 최대 등척성 수축 시 대상자의 자세는 Kendall 등 (2005)의 MMT 자세를 따랐다. 삼두근의 최대 등척성 수축 검사는 엎드린 상태에서 어깨와 팔꿈치는 테이블 위에 위치 시켰으며, 견관절의 회전 없이 90° 외전 하여 전완의 굴곡 방향으로 저항을 제공하였다(Kendall, 2005). 최대 등척성 수축 시 근전도 신호와 체간 및 전완의 자세에 따른 주관절 신전 운동 시 근전도 신호는 각 자세에서 3회씩 수행되었으며 수집된 신호 중 시작 1초와 끝 1초를 제외한 수치의 가운데 3초의 값을 평균값으로 계산 하였다. 근전도 신호는 50 ms 간격으로 root mean square (RMS) 처리하여 아스키 (ASCII) 형태로 전환하여 분석하였다.

표 2. 근육별 전극 부착 위치

근육	전극 부착 위치
삼두근 장두	상완의 중심선으로부터 내측으로 2 cm 부위로 견봉(acromion)과 주두(olecranon) 팔꿈치 사이의 중간 부위
삼두근 외측두 접지 전극	상완의 중심선으로부터 외측으로 2 cm 부위로 견봉과 주두 또는 팔꿈치 사이의 중간 부위 오른쪽 발목의 외측 복사뼈(lateral malleolus)

나. 통계 방법

자세에 따른 삼두근 두 갈래의 근 활성도를 비교하기 위하여 모든 자료 분석은 통계 프로그램 윈도우용 SPSS 18.0을 이용하였다. 삼두근 운동 시 체간 및 전완의 자세에 따른 근 활성도를 비교하기 위하여 반복 측정된 자료를 위한 이요인 분산분석(two-way repeated measure ANOVA)을 사용하였다. 사후 검정 방법으로 Bonferroni 방법을 실시하였으며, 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

주관절 신전동안 삼두근 장두와 외측두의 최대 등척성 수축에 대한 근 활성도는 표 3에 제시하였다. 삼두근 장두와 외측두는 체간과 전완의 자세에 따른 주 효과($p<0.05$)가 있었다(표 4).

주 효과에 따른 사후 분석에서 운동 자세에 따른 삼두근 장두의 근 활성도는 EES 또는 EESA 자세에 비해 EESP 자세에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 전완의 중립 또는 회내 자세에서 주관절 신전을 하였을 때 EESP 자세보다 EESA 자세에서 유의하게 높은 것으로 나타났다(그림 4). 전완의 자세에 따른 삼두근 장두의 근 활성도는 전완의 중립 또는 회내 자세에 비해 회외 자세에서 유의하게 높은 것으로 나타났다(그림 5). 전완의 중

표 3. 운동 자세 및 전완 자세에 따른 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도(%MVC) (N=15)

운동 자세	전완 자세	삼두근 장두	삼두근 외측두
EES ^b	회외	21.07±12.44 ^a	12.8±11.92
	중립	17.87±9.36	15.07±11.81
	회내	16.40±9.28	13.67±10.58
EESA ^c	회외	61.33±17.20	65.07±19.04
	중립	53.00±13.49	73.40±15.54
	회내	46.20±15.49	62.13±15.44
EESP ^d	회외	75.60±16.81	56.80±14.83
	중립	68.07±14.57	63.60±14.20
	회내	67.00±13.34	50.33±15.65

^a평균±표준편차.

^belbow extension in supine position, ^celbow extension with shoulder abduction at 90 degree in prone, ^delbow extension with arm at side of trunk in prone.

표 4. 운동 자세 및 전완 자세에 따른 삼두근 장두, 외측두의 반복 측정된 이요인 분산 분석

	구분	F	p
삼두근 장두	체간	60.50	<.001*
	전완	41.68	<.001*
	체간×전완	3.44	.014*
삼두근 외측두	체간	116.27	<.001*
	전완	24.23	<.001*
	체간×전완	3.57	.047*

*p<.05.

립 또는 회내 자세에 따른 삼두근 장두의 근 활성화도의 유의한 차이는 없었다. 운동 자세에 따른 삼두근 외측두의 근 활성화도는 EES 또는 EESP 자세에 비해 EESA 자세에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 전완의 중립 자세에서 주관절 신전을 하였을 때 EES 자세 보다 EESA 자세에서 유의하게 높은 것으로 나타났다(그림 6). 전완의 자세에 따른 삼두근 외측두의 근 활성화도는 회외 또는 회내 자세에 비해 중립 자세에서 유의하게 높은 것으로 나타났다(그림 7). 전완의 회외 또는 회내 자세에 따른 삼두근 외측두의 근 활성화도의 유의한 차이는 없었다.

IV. 고찰

특정 근육의 선택적인 강화 훈련을 위해서는 적절

한 자세가 요구 된다(Chang 등, 1999; Kitai와 Sale, 1989). 삼두근은 주관절 신전의 주동근으로서 부적절한 근력 상태에서 반복적인 사용 시 주관절의 통증과 삼두근염을 유발하게 된다. 스포츠 관련 운동선수들뿐만 아니라 하반신 마비 환자들에게 근골격계 통증의 예방을 위하여 삼두근 강화를 위한 훈련과 정확한 근력 평가를 해야한다. 동일 근육내에서 여러 갈래를 가지는 근육들은 형태학적으로나 기능학적으로 차이를 보이게 되는데, 삼두근 역시 3개의 근육 갈래를 가지는 근육으로 근육 갈래에 따른 적절한 운동 자세가 고려되어야 한다.

본 연구는 주관절을 신전할 때 운동 자세 및 전완의 자세에 따른 주관절 신전의 주동근인 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도를 비교하기 위해 실시하였다. 본 연구의 가설과 같이 연구 결과 각각 운동 자세와 전완의 자세에

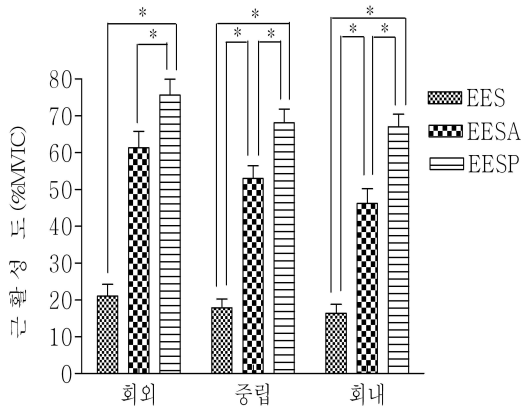


그림 4. 운동 자세에 따른 삼두근 장두의 근 활성화도 비교.

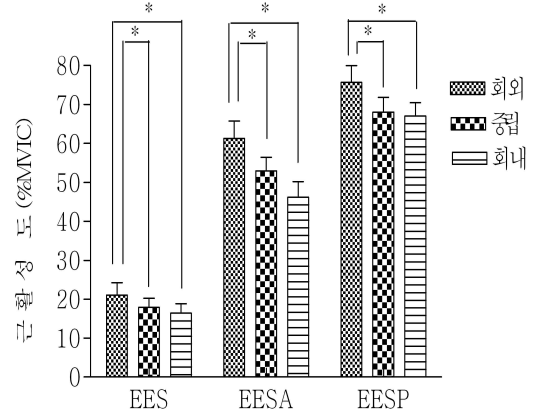


그림 5. 전완의 자세에 따른 삼두근 장두의 근 활성화도 비교.

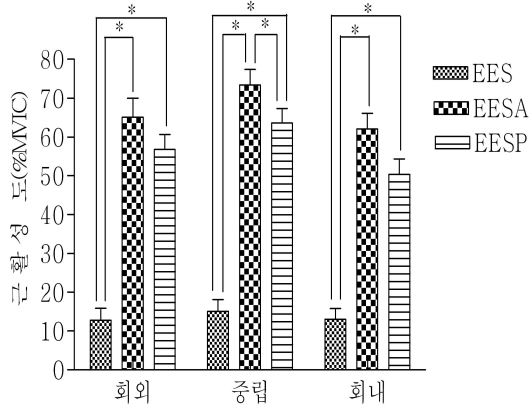


그림 6. 운동 자세에 따른 삼두근 외측두의 근 활성화도 비교.

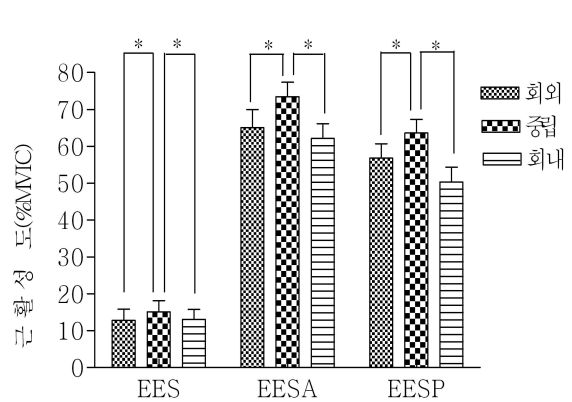


그림 7. 전완의 자세에 따른 삼두근 외측두의 근 활성화도 비교.

따라 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도에는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 사후 분석 결과에서 운동 자세에 따른 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도는 EES에서 보다 각각 EESP와 EESA에서 유의하게 증가하였고, 전완의 자세에 따른 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도는 회내 자세에서 보다 각각 회외와 중립 자세에서 유의하게 증가 하였다.

운동 자세와 전완의 자세에 따른 삼두근 장두와 외측두의 근 활성화도의 유의한 차이는 다음과 같은 이유에 의하여 설명될 수 있다. 첫 번째 이유로는 자세에 따른 주관절에 발생하는 토크의 변화이다. Soderberg(1983)는 관절의 자세에 따라 관절에서 일어나는 토크의 발생 및 모멘트의 변화를 고려하는 것이 효과적인 운동을 위

한 중요한 요소라고 하였다. 본 실험에서도 바로 누운 자세(EES)와 옆드린 자세(EESA와 EESP)에서 주관절에 발생하는 토크의 차이가 있었을 것이다. 바로 누운 자세에서 견관절을 90° 굴곡한 자세는 주관절 신전 시 신전 각도가 180도 일 때 지렛대(lever arm)가 0이 되어 토크 값이 0이 된다. 반면 옆드린 자세인 EESA와 EESP에서 주관절 신전 시 신전 각도 180°인 지점에서 최대의 지렛대를 가지며 최대 토크 값이 생성된다. 따라서 삼두근의 근 활성화도는 EES 자세에 비해 주관절에 최대 토크 값이 발생한 EESA와 EESP에서 유의하게 증가 하였다. 또한 전완의 자세에 따라 전완에서 토크의 변화가 발생한다. 전완의 자세(회외와 회내 자세)에

따른 전완의 토크 값은 손목의 쥐기 동작을 제한하지 않았을 때 회외 자세에서 큰 토크 값을 나타낸다 (Gordon 등, 2004). 본 실험은 전완의 세가지 자세에서 주관절을 신전하였다. 삼두근 장두와 외측두의 근 활성도가 전완의 회내 자세에 비해 회외 및 중립 자세에서 증가된 것은 증가한 토크에 대하여 상대적으로 삼두근이 더 많은 수축을 하였을 것이라고 생각한다.

두 번째 이유로 삼두근 장두와 외측두의 해부학적 위치와 근섬유 방향의 차이에 의해 설명될 수 있다. 상완의 견봉과 척골의 주두돌기를 지나는 중심선을 기준으로 삼두근의 장두는 내측에 존재하고, 외측두는 외측에 존재한다. 삼두근 장두의 근섬유 방향은 상완의 중심선으로부터 내측에 존재하는 견갑골 상완 관절하결절 (infraglenoid tubercle of the humerus)에서 기시하여 주두돌기를 향하여 외측방향으로 주행한다(Hollinshead와 Rosse, 1985; Nordin와 Frankel, 2001). 본 실험의 결과 삼두근 장두는 전완의 회외 자세에서 가장 큰 근 활성도를 보였는데 이러한 결과는 삼두근 장두의 근섬유 주행 방향에 의하여 척골이 내측 방향을 향하여 회외하는데 기여하였을 것으로 보인다. 또한 Buchana 등(1989)과 Soderberg(1983)는 근육의 길이가 단축된 자세에서 수축성 요소(contractile component)를 사용하여 근육의 장력을 생성하게 되고, 정상 근육의 길이와 같은 양의 토크를 얻기 위해서는 더욱 많은 양의 근육의 동원이 요구된다고 하였다. 장두는 이 관절 근육으로 상완의 내전 및 신전 시에 작용하기 때문에 상완의 굴곡이나 외전된 자세에 비해 내전된 자세에서 단축 된다(Kendall 등, 2005). 본 실험의 결과 삼두근 장두는 EESP 자세에서 가장 높은 근 활성도를 나타내었는데 이는 장두가 EES와 EESA자세에 비해 EESP 자세에서 단축된 자세에 놓이게 되어 동일한 무게의 아령을 이용하여 주관절 신전하였을 때 더욱 많은 근육을 동원하였을 것으로 생각한다. 또한 삼두근 외측두의 근 활성도는 전완의 회외 자세에 비해 중립 자세에서 가장 큰 근 활성도를 보였는데 이는 외측두의 근섬유 방향이 상완의 중심선의 외측에서 기시하여 주두돌기를 향하여 내측으로 주행하기 때문에 주관절 신전시 척골이 외측 방향을 향하여 회내하는데 기여하였을 것으로 보인다(Hollinshead와 Rosse, 1985).

세 번째 이유로 길항근인 이두근의 영향에 의해 설명될 수 있다. 이두근은 주관절 굴곡과 회외에 기여하는 근육이다. 전완의 회외된 자세는 회내된 자세에 비해 이두근의 길이를 단축시키는 자세가 된다(Kendall 등,

2005; Nordin와 Frankel, 2001). 이전의 연구에서, 근육은 능동적으로 수축하고 있는 상태에서 근육이 신장될 때 근육의 전체 장력(total tension)이 증가하여 뻣뻣함(stiffness)이 증가한다고 하였다(Sahrman, 2002). 주관절 신전시 전완을 회외시킨 자세는 회내 시킨 자세에 비해 이두근의 길이를 단축시키며 근육의 뻣뻣함을 증가시키게 된다. 본 실험의 결과 삼두근 장두와 외측두는 전완의 회내 자세에 비해 회외 및 중립 자세에서 증가한 근 활성도를 보였는데 이는 회외 자세에서 상대적으로 증가한 이두근의 뻣뻣함에 의하여 주관절 신전시 삼두근 장두와 외측두의 동원이 증가한 것으로 보인다.

또한 이전 연구에서 전완의 회내 자세는 전완의 회전축에서 정중신경의 긴장을 증가시키고 요골과 척골이 교차되는 자세는 건이나 인대의 염좌(sprain)을 유발할 수 있기 때문에 불편함(discomfort)이 증가하고 쥐기 동작과 유사한 움직임에서 전완 근육들의 동원이 증가한다고 하였다(Mukhopadhyay 등, 2009). 본 연구에서 3 kg의 아령을 손에 쥐고 전완에 주관절 신전 동작을 시행하였다. 아령을 손에 쥐고 회내된 자세에서 주관절 신전은 전완의 근육 동원을 증가시킬 수 있고, 이는 삼두근이 주관절 신전 시 주동근으로 작용하지 못하고 협력근으로 작용하였을 가능성이 있다. 이러한 이유로 삼두근의 두 근육 갈래의 활성도는 전완의 회내 자세에서 가장 낮은 활성도를 보였을 것으로 생각된다.

본 연구에서의 제한점은 첫 번째로 본 실험의 연구 대상자들은 20~30대 사이의 남자로 구성되어 전 연령대와 여성에게 일반화하기에 어려움이 있다. 두 번째로 본 연구에 중점이 된 근육은 삼두근이지만 표면 근전도 전극으로 심부의 근육을 측정하는 데 어려움이 있어 삼두근 내측두의 근 활성도는 수집되지 않았다.

V. 결론

본 연구를 통하여 운동 자세 및 전완의 자세가 삼두근 장두와 외측두의 근 활성도에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 하였다. 삼두근의 장두는 EES 또는 EESA 자세에 비해 EESP 자세와 전완의 중립 및 회내 자세에 비해 회외 자세에 유의하게 증가하였다. 반면 삼두근 외측두는 EES 또는 EESP 자세에 비해 EESA 자세와 전완의 회외 및 회외 자세에 비해 중립 자세에서 유의하게 증가 하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과로 체간 및

전완의 자세에 따라 삼두근의 장두와 외측두의 근 활성화도는 다르게 나타난다는 것을 알 수 있었으며, 삼두근의 효과적인 강화 훈련을 위하여 운동 자세 및 전완의 자세를 고려할 필요가 있을 것이다. 또한 삼두근의 근력 평가시 운동 자세 및 전완의 자세가 고려되어야 한다. 앞으로 운동 자세 및 전완의 자세를 고려하여 선택적으로 삼두근 강화 훈련을 적용하였을 때 장기적으로 훈련의 효과가 있는지에 대한 연구가 필요할 것이다.

인용문헌

- 정도현, 이원휘, 오재섭. 견관절 외전각도와 회전 자세에 따른 대흉근 활성화도 비교. 한국전문물리치료학회지. 2010;17(1):1-8.
- Buchanan TS, Rovai GP, Rymer WZ. Strategies for muscle activation during isometric torque generation at the human elbow. *J Neurophysiol.* 1989;62(6):1201-1212.
- Chang YW, Su FC, Wu HW, et al. Optimum length of muscle contraction. *Clin Biomech.* 1999; 14(8):537-542.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. Maryland, Aspen Pub. 1998.
- Fees M, Decker T, Snyder-Mackler L, et al. Upper extremity weight-training modifications for the injured athlete. *Am J Sports Med.* 1998;26(5):732-742.
- Fiebert IM, Spielholz NI, Applegate EB, et al. Comparison of EMG activity of medial and lateral hamstrings during isometric contractions at various cuff weight loads. *Knee.* 2001;8(2):145-150.
- Glousman RE, Barron J, Jobe FW, et al. An electromyographic analysis of the elbow in normal and injured pitchers with medial collateral ligament insufficiency. *Am J Sports Med.* 1992;20(3):311-317.
- Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, et al. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *J Orthop Res.* 2004;22(1):208-213.
- Guo LY, Su FC, Wu HW, et al. Mechanical energy and power flow of the upper extremity in manual wheelchair propulsion. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 2003;18(2):106-114.
- Hollinshead WH, Rosse C. Textbook of Anatomy. 4th ed. Philadelphia, Harper and Row. 1985.
- Hislop HJ, Montgomery J. Daniels and Worthingham's Muscle Testing. 6th ed. Philadelphia, PA, W.B. Saunders Co., 1995.
- Jafarnia K, Gabel GT, Morrey BF. Triceps tendinitis. *Oper Tech Sports Med.* 2001;9(4):217-221.
- Kendall F, McCreary E, Provance P, et al. Muscle Testing and Function With Posture and Pain. 5ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundations and techniques. 4th ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis Co, 2002.
- Kitai TA, Sale DG. Specificity of joint angle in isometric training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58(7):744-748.
- Kraemer WJ, Ratamess N, Fry AC, et al. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med.* 2000;28(5):626-633.
- Lehman GJ. The influence of grip width and forearm pronation/supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):587-591.
- Louis N, Gorce P. Surface electromyography activity of upper limb muscle during wheelchair propulsion: Influence of wheelchair configuration. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 2010;25(9):879-885.
- Mohamed O, Perry J, Hislop H. Synergy of medial and lateral hamstrings at three positions of tibial rotation during maximum isometric knee flexion. *Knee.* 2003;10(3):277-781.
- Morris M, Jobe FW, Perry J, et al. Electromyographic analysis of elbow function in tennis players. *Am J Sports Med.* 1989;17(2):241-247.
- Mukhopadhyay P, O'Sullivan LW, Gallwey TJ. Upper limb discomfort profile due to intermittent iso-

- metric pronation torque at different postural combinations of the shoulder-arm system. *Ergonomics*. 2009;52(5):584-600.
- Mulroy SJ, Gronley JK, Newsam CJ, et al. Electromyographic activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion by paraplegic persons. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(2):187-193.
- Nordin M, Frankel VH. *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- Raske A, Norlin R. Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. *Am J Sports Med*. 2002;30(2):248-256.
- Rettig AC, Wurth TR, Mieling P. Nonunion of olecranon stress fractures in adolescent baseball pitchers: A case series of 5 athletes. *Am J Sports Med*. 2006;34(4):653-656.
- Sahrmann SA, *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. St. Louis, Mosby, 2002.
- Soderberg GL. Muscle mechanics and pathomechanics. Their clinical relevance. *Phys Ther*. 1983; 63(2):216-220.
- Staudenmann D, Rudroff T, Enoka RM. Pronation-supination torque and associated electromyographic activity varies during a sustained elbow flexor contraction but does not influence the time to task failure. *Muscle Nerve*. 2009;40(2):231-239.
-
- | | |
|---------|---------------|
| 논문접수일 | 2010년 12월 20일 |
| 논문게재승인일 | 2011년 1월 25일 |