



가변부하 및 탄성부하를 이용한 저항성 기구 운동 시 발현되는 상지근육의 근 활동치 비교분석

Comparative Analysis of Muscle Activities for Upper Extremity During Resistance Exercises Using Variable and Elastic Loads

임영태* (건국대학교)

Lim, Young-Tae (Konkuk University)

ABSTRACT

Y. T. LIM, Comparative Analysis of Muscle Activities for Upper Extremity During Resistance Exercises Using Variable and Elastic Loads, Korean Journal of Sports Biomechanics, 2006, Vol. 16, No. 2, pp. 37-44, 2006. The purposes of this study were to analyze and compare EMG activities of the pectoralis major, biceps brachii, triceps brachii, and brachioradialis muscles during biceps curls using a VRT device and an elastic tubing. Fifteen male college students were recruited as subjects and they performed 10-RM and 20-RM biceps curls. For each load and device condition, the mean and peak normalized EMG levels during different phases of a biceps curl were computed. For each load and phase, paired t-test (p.05) was used to find the significant difference between two devices. ANOVA with repeated measures was also used to find the significant difference among phases in terms of EMG values for each muscle. For each load and device condition, the peak and mean EMG levels during different phases of a biceps curl were computed. The significant differences between devices were found in biceps brachii for EA, MD, LD phases, and triceps brachii muscles for all phases, respectively. However, no differences were found among phases for any muscle. This indicated that elastic band could have a similar characteristics of VRT. High antagonistic muscle activity as a function of injury prevention which found particularly in VRT device may suggest that elastic tubing can be a safer training device than VRT. This also imply that elastic tubing could be very effective as a home exercise tool for rehabilitation patients and elderly people.

KEYWORDS: DYNAMIC VARIABLE RESISTANCE EXERCISE, RUBBER BAND, SURGICAL TUBING

I. 서론

최근 인터넷 및 TV 방송을 통해 폭발적인 대중적 인기를 누리고 있는 소위 '몸짱' 신드롬은 웨이트 트레이닝(weight training)이 우리 현대인의 삶에 얼마나 가까이 다가와 있는가를 보여주는 대표적인 실례이다. 이 웨이트 트레이닝은 근력 훈련(strength training) 및 컨디셔닝(conditioning)의 한 가지 방법으로 과거에는 엘리트 스포츠 선수들만의 전유물로 여겨졌지만 이제 수많은 현대인의 일상생활의 일부로 자리 잡을 만큼 보편화되었다. 이렇게 기구를 이용하여 주로 실시하는 근력 운동은 체력의 주요 요소 중 하나인 근력을 증가시킬 뿐 아니라 현대인이 중요시하는 자세 및 외모 교정, 그리고 자기 자신의 긍정적인 이미지 구축에도 큰 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다 (Hoger & Hoger, 1990). 과거 수십 년 동안 다양한 형태의 근력 훈련 기구 및 방법들이 개발되었는데 이중 가장 대표적인 것이 등저항성 훈련(constant resistance training: 이하 CRT), 가변 저항성 훈련(variable resistance training: 이하 VRT), 그리고 등속성 운동(isokinetic) 훈련이다 (Kraemer, Mazzetti, Ratamess, & Fleck, 2000).

프리-웨이트(free-weight)와 같이 일정한 무게 또는 저항을 이용하는 CRT는 기구 들어올림 초기에 중력 및 관성의 영향으로 골격근에 가하는 부하가 가장 커져서 만약 사용자가 부적절한 들어올림 방법을 사용할 경우 부상의 가능성이 상대적으로 높아 주의를 요하는 기법이다 (Andrews, Hay, & Vaughn, 1983). 특히 기구 사용자가 노약자나 근력 훈련 프로그램 시작단계의 초보자일 경우 부상의 위험성은 더욱 커질 수밖에 없는 단점이 있다. 반면에 VRT 기구 <그림 1>는 이 같은 CRT 기구의 단점을 보완할 수 있는 독특한 형태의 캠(cam)을 개발하여 저항이 골격근에 작용하는 과정 중 모멘트암(moment arm)의 길이를 변화시켜 (예: Nortiles™, USA; TechnoGym™, Italy) 기구 운동 시 관절 가동 전(全) 범위에서 최대 근력을 발현하는 MVC 토크각 곡선(Maximum voluntary contraction torque-angle curve)의 변화와 유사한 상황을 만들어 관절 가동 범위 동안 근육이 최대한으로 활동하게 하는 특성이 있다 (Fleck & Kraemer, 1997). 즉, 관절 가동

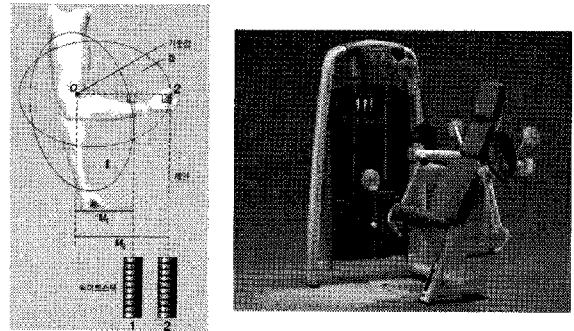


그림 1. 모멘트암 길이의 변화를 주는 캠의 곡선 반경 및 웨이트스택 기구

범위에서 시작 및 끝 부분에서는 모멘트암의 길이를 줄임으로서(M1) 부하를 최소화시켜 근육이 상대적으로 작은 토크를 발휘하게 하고, 반대로, 관절 가동범위 중 근육이 보다 큰 토크를 발휘할 수 있는 중간 지점에서는 모멘트암의 길이가 상대적으로 커져(M2) 큰 저항(부하)을 받게 하는 원리이다. 이 같은 원리에 의해 VRT 기구는 CRT 기구에 비해 부상의 위험성이 적은 비교적 안전한 훈련 방법이라 할 수 있다. 그러나 이 기구 또한 단점을 가지고 있는데 그것은 기구의 가격이 대체로 고가이고 큰 면적을 차지하기 때문에 전문 헬스장이 아닌 일반 가정에서는 설치 및 사용이 곤란하다는 것이다. 이 같은 단점 때문에 최근 라텍스 밴드(latex band)의 신전된 길이에 비례하는 탄성력을 이용한 라텍스 밴드 훈련 기구 <그림 2>가 재활훈련 및 노약자 근력 훈련을 중심으로 자주 이용되는 추세이다 (예: Thera-band, USA). 최근의 연구에서도 Simmons(1999)와 Borek(1997)은 선수들의 근력 및 파워 훈련을 위해 체인이나 탄성밴드의 병행 사용을 권장하고 있다. Behm(1988) 또한 프리-웨이트와 탄성밴드의 병행 사용이 이들 두 가지 기구들의 단점을 극복할 수 있을 것이라 지적하고 있다. 이 같은 이유는 탄성 밴드 기구의 경우 VRT 기구에 비해 안전성이 월등히 높고 저가인 가격, 기구 이용자세의 다양성(특정 근육 발달), 그리고 휴대가 용이한 소형의 디자인이라는 큰 장점을 가지고 있기 때문이라 사료된다. 하지만 이 탄성밴드 기구가 여타 근력훈련기구들에 비해 상대적으로 많은 장점에도 불구하고 아직까지 이 탄성밴드의 운동역학적인 특성은 명확히 알려지지 않은 상태이다. 본 연구와 직접 관련된 선행연구는 국내는 물론 국외에서도 거의 찾아볼 수가 없었고 가변 저항성 훈련(VRT)과 등속운동

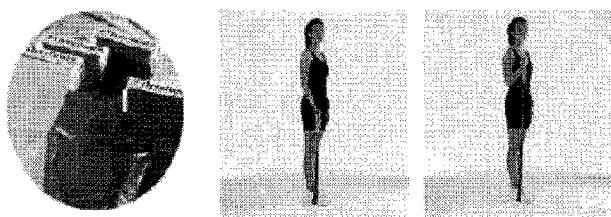


그림 2. 탄성밴드 훈련 기구의 일종인 Thera-band와 그 사용 방법의 예

(isokinetic) 훈련을 비교한 논문, VRT와 고무밴드 운동과 등장성 기구 운동을 비교한 논문, 덤벨(Dumbbell)과 탄성밴드간의 훈련효과 비교, 체인과 탄성밴드를 이용한 근력 훈련 시 근전도 비교등과 같은 간접적으로 연관이 있는 연구 논문들을 일부 찾아볼 수가 있었다. Smith and Melton(1981)은 등속운동 훈련 기구와 VRT 기구를 무릎 관절의 신전 및 굴곡 운동을 실시하여 측정된 근력을 분석 비교하였다. 등속운동 기구 그룹의 경우 실험을 위해 설정된 운동속도(부하)에 맞추어 대체적으로 일정한 근력 패턴을 보여 주었지만 VRT 기구 그룹의 경우는 설정된 운동부하에 관계없이 무릎 굴곡운동에서는 지속적인 근력 증가를 보여주었다. 그러나 무릎 신전 운동에서는 등척성 부하에서만 큰 근력 증가를 보여주었다.

Gettman, Cutler, and Strathman (1980) 또한 레그 프레스(leg press)를 실시하여 이 두 운동 기구의 차이점을 비교하였으나 근력 증가에 있어 이 두 기구 중 어떤 형태의 기구가 우월한지를 확인하는 데는 실패하였다. Page, Lamberth, Abadie, Boling, Collins, and Linton(1993)은 고무밴드를 이용한 저항 운동이 전통적인 등장성 저항 운동에 비해 후회선건관 (posterior rotator cuff)의 신전력에 유의한 증가가 있는지를 비교하기 위해 야구 투수들을 대상으로 실험을 실시하였다. 유의한 근력증가의 검증을 위해 등속운동 기구를 이용하여 60°/s 및 180°/s의 각속도로 사전, 사후 검사를 실시하였는데 180°/s의 각속도의 경우에는 두 운동 그룹간의 차이를 볼 수 없었지만 60°/s의 각속도의 경우 고무밴드 저항운동 그룹이 등장성 저항운동 그룹에 비해 유의한 신전력 증가를 보였음을 확인하였다.

Treiber, Lott, Duncan, Slavens, and Davis(1998) 또한 Theraband와 덤벨을 이용한 테니스 선수들의 근력

훈련을 실시하여 어깨 회전 토크와 서비스 수행력의 차이를 검증하였다. Lim and Chow (1998)는 덤벨과 탄성튜브를 이용하여 실시한 상완이두근 커얼(biceps curl) 동작 시 측정된 근전도를 비교하였는데 관절 각도에 따른 상이한 근활동 패턴을 두 기구 간에서 관찰하였다. 특히 탄성튜브 이용 시에는 근력의 그래프와 유사한 형태의 근활동 패턴이 일부 나타나서 VRT 기구의 대체 가능성이 있을 것이라 추측하였다. 하지만 Ebben과 Jensen(2002)이 수행한 전통적 방법, 체인 이용, 그리고 탄성밴드를 이용한 스쿼트 동작 수행 시 나타난 근전도 및 운동역학적 변인 분석에서는 이 세 가지 스쿼트 방법에서 특별한 유의차를 발견하지 못하였다고 보고하였다. 이들은 실험에 참가한 피험자들의 실제 느낌에서는 분명한 차이를 보였으나 근전도 및 지면 반력 변인의 유의차는 나타나지 않아 체인 및 탄성밴드를 전통적 스쿼트 운동과 병행하여 사용하는 것에 대한 유용성에 의문을 나타내었다.

비록 본 연구 목적과 직접적으로 연관된 선행연구들은 찾아볼 수 없었지만 일부 유사한 연구들조차 탄성밴드의 유용성에 관해 많은 논쟁이 벌어지고 있음을 알 수 있었다. 하지만 만약 VRT의 최대 장점인 토크-각곡선과 유사한 특성을 이 탄성 밴드도 가지고 있다는 것이 규명될 수만 있다면 저소득층 및 노약자 계층은 물론 장애우들의 체력 훈련에 폭넓게 사용할 수 있어 그 효용성 또한 대단히 높을 것이라 예상된다. 따라서 본 연구의 목적은 가변부하 및 탄성부하를 이용한 저항성 기구 운동 시 근전도(Electromyography: 이하 EMG) 기법을 기초로 한 상지근육들의 근력을 추정하여 과연 어떤 운동기구가 근력 증강에 더 효과적인지를 확인하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 피험자는 어깨 및 팔꿈치 관절에 부상경험이 없는 성인 남자 15명(평균 연령: 24.3±1.8세, 평균 신장: 175.1±6.0cm, 평균 체중: 71.4±10.2kg)을 대상으로

하였다. 본 실험을 보다 용이하게 진행하기 위해 피험자 선정대상을 웨이트 트레이닝 경험이 있고 지속적인 근력 운동을 실시하는 자로 제한하였다.

2. 실험 및 자료수집 방법

(1) 사전실험-최대 반복회수 측정

본 실험의 실시 일주일 전 각 피험자의 10-RM(Repetition Maximum; 최대 반복회수)과 20-RM에 해당하는 VRT의 무게와 탄성밴드의 구성(저항강도)을 측정하였다. 참고로 VRT의 경우 10-RM 평균 무게는 271.41N, 20-RM 평균 무게는 189.66N으로 나타났다.

(2) EMG 전극 부착

근육의 활동을 측정하기 위하여 사전 증폭기(pre-amplification circuitry)가 부착된 4개의 무선 표면 EMG 전극(TeleMyo 900, Noraxon USA, Inc., gain=2000 fixed, input impedance > 10 M Ω , CMRR > 85 dB, center to center distance=15mm)을 아래와 같이 오른쪽 상반신에 위치한 근육들에 부착하였다.

- 대흉근(Pectoralis Major)-유두와 액와 앞쪽사이의 중간(50%) 지점.
- 상완 삼두근(Triceps Brachii)-액와 뒤쪽과 상완골 외측상과사이의 중간(50%) 지점.
- 상완 이두근(Biceps Brachii)-상완골 외측상과와 오혜돌기사이의 중간(50%)지점.
- 완요골근(Brachioradialis)-상완골 외측상과와 요골 경상돌기 사이의 중간(50%)지점.

접지 전극은 좌측 견갑골의 오혜돌기 위에 부착하였다. 각 조의 근전도 전극은 해당 근육의 중간지점에 근육의 작용선 방향에 평행하게 부착하였다. 근전도 신호 특성을 향상시키기 위하여 전극을 부착하기 전 해당 근육이 위치한 피부 부위를 면도기와 알코올을 이용하여 깨끗이 세척하였다.

(3) 최대 등척성 자율수축 EMG 측정

근전도 표준화(Normalization) 작업을 위하여 최대 등척성 자율수축 운동(Maximum Voluntary Isometric Contraction: 이하 MVC)을 각각의 근육별로 3회씩 실시

하였다. 첫 번째 운동은 대흉근 표준화 작업을 위해 어깨 수평 내전을 실시하였는데 이때 피험자의 엉덩이는 움직이지 못하게 단단히 고정시킨 후 실험자는 피험자가 시도하는 어깨 수평 내전에 대항하여 팔꿈치에 저항을 최대한 가하였다. 두 번째와 세 번째 운동은 상완 이두근과 완요골근 표준화 작업을 위한 팔꿈치 굴곡과 상완 삼두근의 표준화 작업을 위한 팔꿈치 신전을 실시하였다. 이 두 운동 모두 상완을 몸통 측면에 정렬 시킨 후 전완을 수평면에 위치하게 한 다음 피험자가 실시하는 운동의 진행 (굴곡 또는 신전) 방향에 대항하여 실험자는 피험자의 손목에 저항을 최대한 가하였다. 각 시기 당 샘플링 주파수는 1000 Hz로 5초간 측정 기록하였다.

(4) 실제 시거시 EMG 측정

위와 같은 방법으로 MVC 시기가 모두 끝나면 약 30분의 휴식시간을 가진 후 사전에 결정한 10-RM과 20-RM에 해당하는 VRT 무게와 탄성밴드의 구성(저항강도)을 이용하여 본 실험을 실시하였다. 각 피험자는 각각의 실험 조건 당(2개의 저항강도 \times 2개의 운동기구 = 총 4개의 실험 조건) 2회의 시기를 실시하였다. 매 시기 시 피험자는 상완이두근 커얼 동작을 0.5Hz의 간격으로(전자 메트로놈을 이용하여 페이스 고정) 5회 반복 실시하였다. 각 시기 당 샘플링 주파수는 1000Hz이고 각 시기 간 약 20분의 휴식 시간을 부여하여 근육 피로에 의한 근전도의 오차를 최소화하였다. 동시에 1대의 고감도 HD 비디오 카메라(JVC, Japan, 60 Hz)를 피험자의 상완이두근 커얼 동작 면과 직각으로 설치하여 상완의 관절 운동각을 기록 및 측정 하였다.

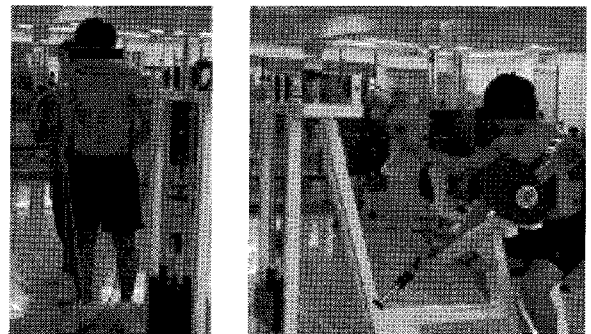


그림 3. 탄성밴드 및 VRT기기를 이용한 실제 상완 이두근 커얼 시기

(5) EMG 자료 처리

MVC 시기 및 본 실험 시기 시 측정된 모든 EMG 원 자료는 노이즈(noise) 제거를 위해 전자 필터(Mathlab Elliptic filter, 8차, 10-500 Hz band pass)를 이용하여 필터링 한 후 전파 정류(full-wave rectification)하였다. 각 근육별로 EMG 표준화(Normalization) 작업을 위하여 실시한 3회의 MVC 측정된 근전도 자료는 50 ms의 이동 평균(moving average)을 이용하여 평활화(smoothing)한 후 발견된 최대값을 해당 근육의 최대 EMG (EMG_m^{max})값으로 결정하였다. 그리고 정류된 실제 시기시의 EMG 자료는 다시 차단 주파수 4 Hz를 이용하여 저역 통과 필터링(Butterworth 7차)을 실시하였다. 여기서 저역 통과 필터(low-pass filter)를 사용하는 이유는 전파 정류된 신호를 저역 통과 필터링 하면 이때의 선형포락선(linear envelope)은 근육의 힘(tension)을 나타내는 그래프와 매우 유사한 특성을 갖기 때문이다(Winter, 1990). EMG 표준화(Normalization)는 실험 조건 간 및 각 피험자간의 상호 비교 시 반드시 필요한 작업인데 공식은 다음 식 (1)과 같다.

$$NorEMG_m (\%MVC) = \frac{EMG_m}{EMG_m^{max}} \times 100 \quad (1)$$

즉 $NorEMG_m$ 은 각 근육의 표준화된 EMG 값을 말하고 단위는 %MVC이다. EMG_m 은 실제 시기 시 측정된 2번의 필터링 작업을 거친 각 근육의 EMG 값이고 EMG_m^{max} 는 MVC 측정 시 발견된 각 근육의 최대 EMG 값을 말한다.

(6) EMG 자료 분석

각 피험자의 5회 반복 실시한 상완이두근 커얼 동작 중 중간 반복 부분인 3-4회 차를 분석을 위해 선정하였다. 따라서 EMG 자료 분석에는 매 실험 조건 당 실시한 2회의 시기에서 중간 반복부분의 평균 EMG 프로파일(profile)을 이용하였다. 통계적 분석을 위해 비디오 카메라를 통해 측정된 상완 이두근 커얼(curl) 동작시의 관절 운동각을 이용, 각 반복시기를 6개의 국면으로 나누었다.

1. 굴곡 초기(early ascending)-팔꿈치관절 굴곡시 초기 1/3에 해당하는 운동범위,
2. 굴곡 중기(middle ascending)-팔꿈치관절 굴곡시 중기 1/3에 해당하는 운동범위,
3. 굴곡 말기(late ascending)-팔꿈치관절 굴곡시 말기 1/3에 해당하는 운동범위,
4. 신전 초기(early descending)-팔꿈치관절 신전시 초기 1/3에 해당하는 운동범위,
5. 신전 중기(middle descending)-팔꿈치관절 신전시 중기 1/3에 해당하는 운동범위,
6. 신전 말기(late descending)-팔꿈치관절 신전시 말기 1/3에 해당하는 운동범위.

통계적 분석을 위하여 통계분석프로그램인 SPSS™ 12.0k (SPSS Inc., USA)를 사용하여 두 실험조건 당 국면별 각 근육의 최고 및 평균 $NorEMG$ 값과 그 표준편차를 계산하였다. Paired t-test를 실시하여 사용 기구 간 평균 및 최대 $NorEMG$ 값의 유의한 차이를 각 저항 강도별 그리고 각 국면별로 검사하였다(통계적 유의도: $p < .05$). 또한 각 기구를 이용하여 실시한 상완이두근 커얼 동작 중 국면 간 평균 및 최대 $NorEMG$ 값의 유의한 차이가 있는지를 알아보기 위해 반복측정에 의한 분산분석(개체내 변수: 6개 구간)을 실시하였다(통계적 유의도: $p < .05$).

III. 연구 결과

VRT와 탄성밴드를 사용하여 상완이두근 커얼 동작 동안 측정된 상체 근육들의 평균 EMG와 최대 EMG 결과는 아래와 같다.

<그림 4>는 구간별 각 근육의 평균 EMG값과 그 표준편차이다. Paired t-test를 실시하여 사용 기구 간 평균 $NorEMG$ 값의 차이를 각 저항 강도별 그리고 각 국면별로 검사한 결과, 대흉근의 경우 모든 구간에서 10-RM과 20-RM 모두, 기구간의 유의차는 나타나지 않았다. 상완이두근의 경우 굴곡 초기 구간 동안 20-RM에서 기구간의 유의차가 발생하였고 신전 중기 및 신전 말기 구간 동안에는 10-RM에서 두 기구간의 유의차가

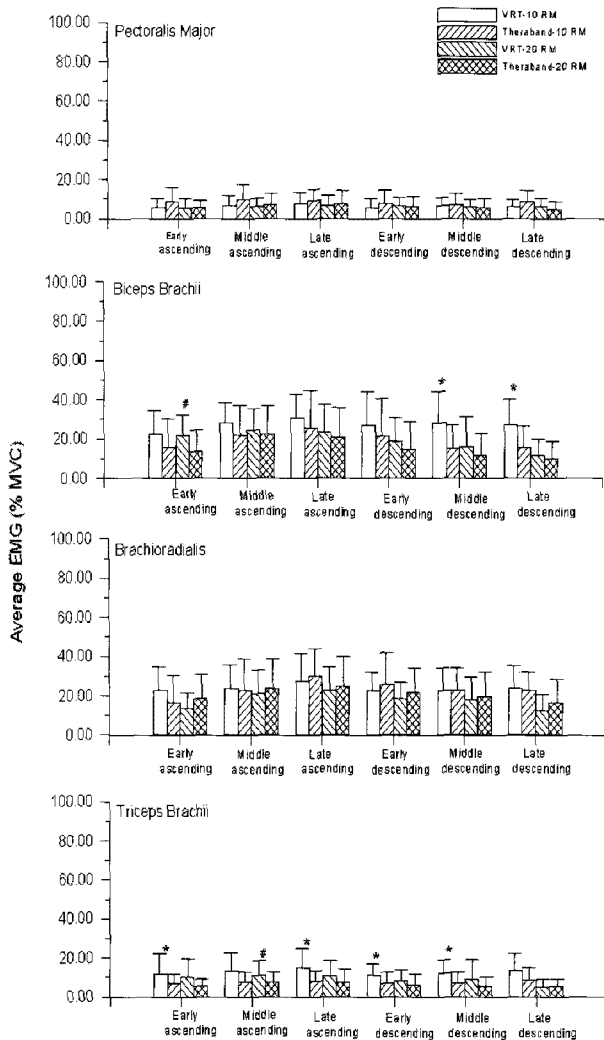


그림 4. 표준화 평균 EMG의 평균치 및 표준편차.

*10-RM, #20-RM에서 기구간의 유의차가 있음($p < .05$).

나타났다. 또한 모든 구간에서 VRT의 평균 EMG값이 탄성밴드의 평균 EMG값보다 더 높게 나타났다. 완요 골근의 경우에도 대흉근과 마찬가지로 모든 구간에서 10-RM과 20-RM 두 저항강도 모두에서 기구간의 유의차는 나타나지 않았다. 하지만 상완삼두근의 경우에는 10-RM 저항강도에서 굴곡초기, 굴곡 말기, 신전초기 및 신전중기 구간 동안 기구간의 유의차가 발생하였고 20-RM의 저항강도에서는 굴곡 중기 구간에서 기구간의 차이가 유의하게 나타났다.

반복측정에 의한 분산분석을 실시하여 각 기구 별 6개 국면 간 평균 NorEMG 값의 차이를 알아본 결과 4개 근육 모두에서 각 기구별 국면 간 평균 NorEMG

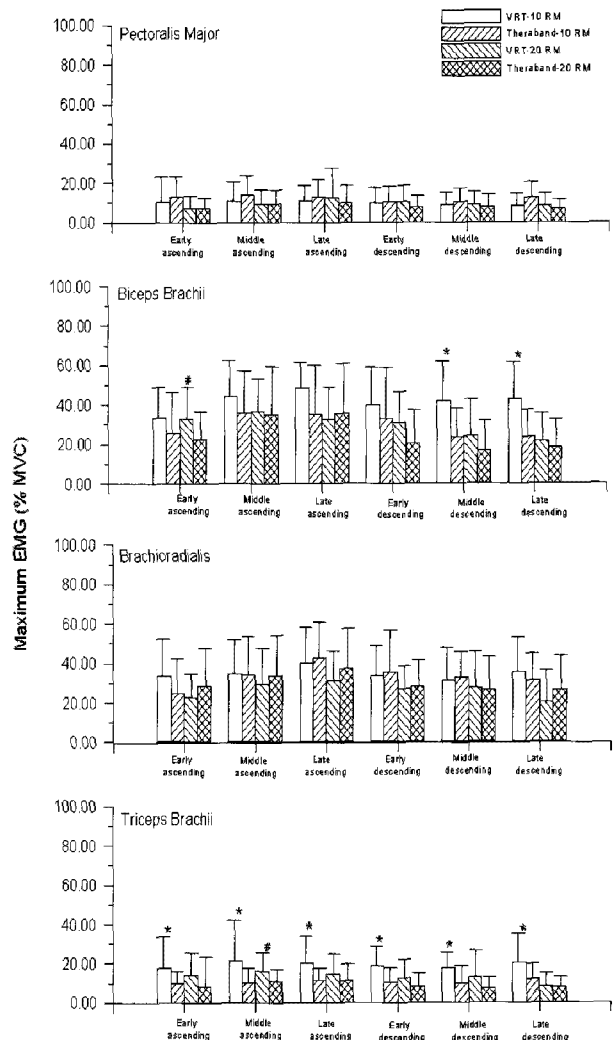


그림 5. 표준화 최대 EMG의 평균치 및 표준편차.

*10-RM, #20-RM에서 기구간의 유의차가 있음($p < .05$).

값의 유의한 차이는 발견하지 못하였다.

<그림 5>는 구간별 각 근육의 최대 EMG값과 그 표준편차이다. Paired t-test를 실시하여 사용 기구 간 최대 NorEMG 값의 차이를 각 저항 강도별 그리고 각 국면별로 검사한 결과, 대흉근의 경우 평균 EMG에서와 마찬가지로 모든 구간에서 10-RM과 20-RM 모두, 기구간의 유의차는 나타나지 않았다.

이와 유사하게 상완이두근의 경우에는 굴곡 초기 구간 동안 20-RM에서 기구간의 유의차가 발생하였고 신전 중기 및 신전 말기 구간 동안에는 10-RM에서 두 기구간의 유의차가 나타났다. 또한 굴곡 말기의 20-RM을 제외하고는 모든 구간에서 VRT의 최대 EMG값이

탄성밴드의 최대 EMG값보다 더 높게 나타났다. 완요 골근의 경우에도 대흉근과 마찬가지로 모든 구간에서 10-RM과 20-RM 두 저항강도 모두에서 기구간의 유의차는 나타나지 않았다. 하지만 상완삼두근의 경우에는 특히 10-RM 저항강도에서 전 구간에 걸쳐 기구간의 유의차가 나타났고 20-RM의 저항강도에서도 굴곡 중기 구간에서 기구간의 차이가 유의하게 나타났다. 반복측정에 의한 분산분석을 실시하여 각 기구 별 6개 국면 간 최대 NorEMG 값의 차이를 알아본 결과 평균 NorEMG 값의 경우와 마찬가지로 4개 근육 모두에서 각 기구별 국면 간 최대 NorEMG 값의 유의한 차이는 발견하지 못하였다.

IV. 논의

일반적으로 각 근육의 EMG활동은 VRT의 무게와 탄성밴드의 장력이 증가함에 따라 높아졌다. 즉 두 기구 모두, 각 근육의 EMG 값이 20-RM에서 보다는 10-RM에서 상대적으로 높은 경향이 나타났다.

특히 두 기구 간 EMG 값의 차이를 각 저항 강도별 및 각 국면별로 검사한 결과 상완이두근에서는 굴곡 초기 및 신전 중기와 말기에서, 상완 삼두근에서는 전 구간에 걸쳐 유의차가 발견되었다. 이는 상완이두근 커얼 동작 시 굴곡 국면에서 주동근의 역할을 하는 근육인 상완 이두근과 신전 구간에서 주동근의 역할을 하는 상완 삼두근의 경우 VRT가 탄성밴드보다 상대적으로 높은 강도의 부하가 걸린다는 것을 암시한다. 이와 유사하게 굴곡 국면에서 길항근의 역할을 하는 상완 삼두근과 신전 구간에서 길항근의 역할을 하는 상완 이두근의 경우에서도 탄성밴드보다 VRT의 EMG값이 유의하게 높게 나타났다. 특히 이들 구간은 CRT 기구의 경우 가장 부상의 위험성이 높은 취약한 구간으로 잘 알려져 있는데 (임영태, 2005) 이 CRT의 단점을 보완하여 기구 운동 시 관절 가동 전(全) 범위에서 균등한 부하를 부여하는 특성이 VRT에 있으나 본 연구결과는 노약자의 경우 VRT 역시 탄성밴드와 비교하여서는 여전히 부상의 가능성이 존재하는 것으로 판단된다. 물론 두 기구 모두 국면 간 EMG값의 유의차는 나타나지 않아서 관

절 가동 전 범위에서 균등한 부여하는 것으로 사료되나 VRT에 비해 탄성밴드의 경우가 안전도에서는 우위인 것으로 추정된다. 탄성밴드의 경우 굴곡초기 및 신전 말기에서는 장력이 현저히 낮아 상대적으로 관절에 미치는 부하의 영향력은 미미할 것으로 판단된다.

V. 결론 및 제언

전체적으로 볼 때 이 두 운동기구 모두 상완이두근 커얼 동작 시 VRT 기구의 장점인 균등한 부하를 전 관절 가동범위에서 부여하는 특성이 있는 것으로 나타났다. 특히 일부 근육에서 기구간의 유의차가 나타났고 VRT의 경우가 탄성밴드에 비해 높은 근활동성을 보였는데 이는 VRT에 비해 탄성밴드가 일반인의 근력향상을 목적으로 하는 것과 같은 고강도의 훈련보다는 재활훈련 및 노약자들의 근력 훈련과 같은 저강도의 훈련에 더 적합한 기구인 것을 증명하는 것이다. 특히 VRT 기구의 경우 고가의 가격과 대형화로 전문 헬스장이 아닌 일반가정에서는 설치 및 사용이 곤란한 단점들이 있는 반면 탄성 밴드 기구의 경우 VRT 기구에 비해 안전성이 월등히 높고 저가인 가격, 기구 이용자세의 다양성(특정 근육 발달), 그리고 휴대가 용이한 소형의 디자인이라는 큰 장점을 가지고 있기 때문에 이 탄성밴드는 가장 저렴하고 효과적인 동적 가변성 저항운동(dynamic variable resistance training) 기구라고 생각한다.

참 고 문 헌

- 임영태 (2005). 프리-웨이트와 탄성밴드 운동기구를 이용한 상완이두근 커얼동작시 상지근육의 근활동치 비교분석. *한국체육학회지*, 44(2), 363-371.
- Andrews, J. G., Hay, J. G., & Vaughn, C. L. (1983). Knee shear forces during a squat exercise using barbell and a weight machine. *Biomechanics VIII-B*, H. Masui and Kobayashi (Eds.), Champaign, IL. Human Kinetics, 923-927.
- Behm, D. G. (1988). Surgical tubing for sport and

- velocity specific training. *NSCA J.* 10(4), 66-70.
- Borek, R. (1997). Resistance strength training: Elastic bands. *Mod. Athlete Coach*, 35(2), 23-24.
- Ebben, W. P. & Jensen, R. L. (2002). Electromyographic and kinetic analysis of traditional, chain, and elastic band squats. *J. Strength Cond. Res.* 16(4), 547-550.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance training programs*. 2nd ed., Champaign, IL. Human Kinetics.
- Gettman, L. R., Cutler, L. A., & Strathman, T. (1980). Physiological changes after 20 weeks of isotonic vs. isokinetic circuit training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 20, 265-274.
- Hoeger, W. W. & Hoeger, A. S. (1990). Physical fitness assessment. *Fitness & wellness (2nd edition)*, Englewood, CO. Morton publishing company. 17-19.
- Kraemer, W. J., Mazzetti, S. A., Ratamess, N. A., & Fleck, S. J. (2000). Specificity of training modes. *Isokinetics in human performance*, L. E. Brown (Eds.), Champaign, IL. Human Kinetics. 25-39.
- Lim, Y.-T., & Chow, J. W. (1998). Electromyographic comparison of biceps curls performed using a dumbbell and an elastic tubing. *Proceedings of The Third North American Congress On Biomechanics*, 437-438.
- Page, P. A., Lamberth, J., Abadie, B., Boling, R., Collins, R., & Linton, R. (1993). Posterior rotator cuff strengthening using Theraband in a functional diagonal pattern in collegiate baseball pitchers. *Journal of Athletic Training*, 28(4), 346-354.
- Simmons, L. P. (1999). Bands and chains. *Powerlifting USA*, 22(6), 26-27.
- Smith, M. J., & Melton, P. (1981). Isokinetic versus isotonic variable resistance training. *American Journal of Sports Medicine*, 9(4), 275-279.
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 510-515.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*. 2nd ed. New York, A Wiley-Interscience Publication. 191-212.

투 고 일 : 04월 30일

심 사 일 : 05월 15일

심사완료일 : 05월 30일