

벤치 프레스 운동 시 하중에 따른 어깨가슴관절의 움직임이 어깨복합체 근 활성화도에 미치는 영향

김윤환¹ · 이기광² · 이만기³

¹국민대학교 스포츠산업대학원 스포츠산업학과, ²국민대학교 체육대학 경기지도학과, ³인제대학교 자연과학대학 사회체육학과

Effect of Scapulothoracic Joint Movement and Resistance Training Intensity on Shoulder Complex Muscle Activation during Bench Press Exercise

Yoon-Hwan Kim¹ · Ki-Kwang Lee² · Man-Ki Lee³

¹Department of Sports Industry, Graduate School of Sports Industry Kookmin University, Seoul, Korea

²Department of Physical Education, Kookmin University, Seoul, Korea

³Department of Sports and Leisure Studies, Inje University, Gimhae, Korea

Received 20 May 2013; Received in revised form 9 June 2013; Accepted 11 June 2013

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the scapulothoracic joint movement between different weight bearing contributing to effective bench press exercise. Ten male subjects participated in this study. All subjects were tested on the flat bench press machine which modified weight (50% and 70% of 1RM) and subjects were performed two different conditions (none protraction condition and protraction condition). Weight bar height and vertical velocity, EMG activation was measured using 3D motion capture system and wireless EMG analysis system. As the results, none protraction condition showed that it is more concentrate better pectoralis major muscle activation than protraction condition and middle pectoralis major, anterior deltoid and triceps brachii was significant higher integrated EMG in 70% of 1RM condition. In conclusion, limited scapulothoracic joint movement was more effective activated pectoralis major muscle all the weight through, while we could not find that it was not affected integrated EMG on eight muscles related to shoulder complex between scapulothoracic joint movement conditions.

Keywords : Bench press, Shoulder complex, Weight training, Shoulder injury, EMG

I. 서 론

웨이트 트레이닝은 바벨, 덤벨이라 불리는 무게가 있는 웨이트 기구를 이용하여 신체 각 부분의 근육을 자극하고 이를 통해 근력, 근지구력 그리고 근 파워를 향상 시키는 저항 운동이다(Baechle & Earle, 2008, 2011; Pearl, 2001). 특히 웨이트 트레이닝은 근육의 양과 근동원 능력을 향상 시켜 신체를 효율적으로 배열하며 좋은 자세를 유지할 수

있고 근력, 근지구력, 근파워를 필요로 하는 다양한 운동 수행 능력의 향상과 사람들의 신진대사와 심폐능력과 같은 기초 건강에 긍정적인 영향을 줄 수 있다(Charette, S., McEvoy, L., Pyka, G., Snow-Harter, C., Guido, D., Wiswell, R., & Marcus, R., 1991; Harris, Stone, O'bryant, Proulx, & Johnson, 2000; Macaluso & De Vito, 2004; MacDougall, Elder, Sale, Moroz, & Sutton, 1980; Pyka, Lindenberger, Charette, & Marcus, 1994). 이런 다양한 효과 때문에 웨이트 트레이닝은 수영, 골프, 축구, 테니스, 배드민턴과 같은 다양한 생활체육의 보조 운동으로 사용되고 있으며, 최근에 중요시 되고 있는 자세 및 외모 교정 그리고 자신의 긍정적인 이미지 구축을 위해 많이 행해지고 있다(Baechle & Earle, 2008; Pearl, 2001).

Corresponding Author: Man-Ki Lee
Department of Sports and Leisure Studies, Inje University, San607,
Ubang-dong, Gimhae-si, Korea
Tel : +82-55-320-3170 / Fax : +82-55-320-3170
E-mail: spelm@inje.ac.kr

다양한 웨이트 트레이닝 중에서 벤치 프레스는 큰 가슴 근육을 주로 자극하고 어깨 복합체와 위팔의 근육을 협력근으로 사용하는 대표적인 주요 운동이다(Baechle & Earle, 2008; Lim, 2006). 일반적으로 많이 수행하는 플랫 벤치프레스 운동은 가슴 운동에서 가장 기본이 되는 운동이며 적절한 부하를 가진 바를 이용해 평평한 벤치에서 위아래로 반복 운동을 수행한다. 벤치 프레스는 큰 가슴근육 뿐만 아니라 어깨 복합체와 팔꿈치 관절의 움직임에 관여하는 많은 근육을 동시에 자극시킬 수 있어 상체 근육을 발달시키기 위한 운동으로 대중적으로 많이 알려져 있고 이러한 인기와 더불어 스포츠 과학자들로 하여금 효율적인 동작을 찾기 위해 많은 연구가 되어 왔다(Barnett, Kippers, & Turner, 1995; Escamilla, Yamashiro, Paulos, & Andrews, 2009; Glass & Armstrong, 1997; Kohler, Flanagan, & Whiting, 2010; Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T., & Uribe, B. P., 2010). 벤치 프레스 운동의 효율성을 극대화시키기 위한 다양한 연구가 시도되었는데 벤치 프레스 운동 시 바를 잡는 형태와 너비에 따라 사용되는 위팔과 어깨 복합체 근육군의 근육량을 비교하고 올바른 벤치 프레스 바의 사용법을 밝힌 연구(Clemons & Aaron, 1997; Green & Comfort, 2007; Lehman, 2005)들과 벤치 프레스 운동 시 벤치의 기울어진 방향에 따라 큰 가슴 근육의 활성화 영역의 변화(Barnett et al., 1995; Glass & Armstrong, 1997; Haupt, 2001; Welsch, Bird, & Mayhew, 2005), 안정된 상황과 불안정한 상황에서의 근육 사용량의 변화에 대한 연구(Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt, & Fairweather, 2008; Kohler et al., 2010; Koshida, Urabe, Miyashita, Iwai, & Kagimori, 2008; Lehman, 2005; Marshall & Murphy, 2006; Schick et al., 2010)등과 같이 운동 장비의 변화로 발생하는 근육 사용량의 변화에 대한 연구들뿐만 아니라 효율적인 운동 시간과 휴식 시간의 관계와 적절한 운동량에 대한 연구(Abdesmed, Duche, Hautier, Poumarat, & Bedu, 2007; Faigenbaum, A. D., Ratamess, N. A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M., Kang, J., & Hoffman, J., 2008; Ratamess et al., 2007; Weir, Wagner, & Housh, 1994; Willardson & Burkett, 2006)까지 다양하게 이뤄졌다.

하지만 모든 저항성 운동이 그렇듯이 아무리 효율적인 운동 시간과 이상적인 운동 도구를 사용한다고 하더라도 근본적으로 운동하는 자세가 틀리다면 제대로 된 운동효과를 볼 수 없게 되고 더 나아가서는 잘못된 운동 자세로 인해 운동 상해로 연결될 수 있다(Green & Comfort, 2007; Joseph & Habib, 2005; Keogh, Hume, & Pearson, 2006; Kolber, Beekhuizen, Cheng, & Hellman,

2010). 실제로 전문적인 지식이 부족한 생활체육인들은 벤치 프레스 동작을 수행하면서 골반의 위치, 허리, 어깨 복합체, 손목의 잘못된 자세로 인해 크고 작은 부상에 노출되어 있다(Joseph & Habib, 2005). 그 중에서도 특히 벤치 프레스 운동에서 주로 사용되는 어깨 복합체의 잘못된 사용은 운동의 효율성을 감퇴시킬 수 있고 어깨 복합체 부상으로 연결될 위험성이 있다(Gill & Mbubaegbu, 2004; Goertzen, M., Schppe, K., Lange, G., & Schulitz, K., 1989; Gross, Brenner, Esformes, & Sonzogno, 1993; McLeod & Andrews, 1986). 특히 Kolber 등 (2010)과 McLeod 와 Andrews (1986)의 연구에 따르면 저항성 운동 시 어깨 복합체에 가해지는 무거운 부하와 잘못된 자세로 인해 급성 또는 만성 부상을 초래할 있다고 하였다. 그리고 주동근과 협력근이 복합적인 구조로 구성되어 있는 어깨 복합체의 경우 반복적으로 부하가 가해지고 잘못된 운동 자세로 인해 관절과 근육의 불균형이 만들어질 경우 인대와 근육에 손상을 가져올 수 있다고 한다. 웨이트 트레이닝을 즐겨하는 생활체육인들 사이에서 빈번하게 발생하는 어깨 복합체의 잘못된 사용을 보면 벤치프레스 운동 시 바를 위로 들어 올리면서 어깨가슴관절의 내뺌을 동시에 발생시키는 형태의 동작을 자주 하게 된다. 근골격계의 기능해부학적인 관점에서 보면 어깨가슴관절의 움직임을 제한할 경우 보다 안정된 상황을 만들기 때문에 주로 사용하는 큰 가슴근육과 위팔세갈래근육을 사용하게 되지만 어깨가슴관절의내뺌과 뒤당김을 동시에 사용할 경우 불안정해진 어깨 복합체에 안정성을 더하기 위해 돌림근띠 근육들의 비중이 높아지게 된다(Kohler et al., 2010; Lehman, 2005; Neumann & Rowan, 2002; Schick et al., 2010). 벤치 프레스 운동에서 흔하게 사용하는 하중을 살펴보면 근 지구력의 향상을 위해서는 1RM의 65%이하의 무게를 사용하고 근비대를 위해서는 65~80%, 근력향상을 위해 80% 이상의 무게를 가져간다(Baechle & Earle, 2008). 경우에 따라서는 적절한 무게에서의 불안정한 자세를 통해 관절의 안정성을 가져오는 근육들의 근력 및 근 동원능력의 향상을 가져올 수 있지만 과도한 하중을 통해 반복적으로 어깨 복합체를 구성하는 조직에 스트레스를 주게 되면 어깨 복합체를 구성하는 근육과 인대 그리고 건에 무리를 줄 수 있는 소지가 충분하다.

따라서 본 연구의 목적은 벤치 프레스 운동 경험이 있는 일반 생활체육인들을 대상으로 벤치 프레스 운동 시 1회 반복 가능한 최대 중량(1RM)의 50%와 70%의 하중으로 어깨가슴관절을 사용하지 않을 때와 사용할 때 큰 가슴근육과 어깨 복합체와 위팔을 운동시키는 주요 근육들의 사용량이 어떻게 변화되는지 살펴보고 이를 통해 벤치 프레스 운동 시 큰 가슴근육의 집중을 높이고 어깨 복합체의 부상 위험성을 줄일 수 있는 적절한 운동 자세를

어깨 가슴관절의 사용 유무와 웨이트 증량의 변화를 통해 밝히고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 주3회 규칙적으로 웨이트 트레이닝 실시하고 벤치 프레스 운동의 경험이 있는 T대학교 체육학과에 재학 중인 20대 남학생 10명(나이: 25.6 ± 2.6 세; 신장: 177.9 ± 4.6 cm; 체중: 75.4 ± 9.42 kg; 1RM: 87.5 ± 16.9 kg)으로 선정하였다. 실험에 참여한 연구대상자는 6개월 이내 근신경 질환 및 관련 수술을 받지 않고 동작을 수행하는데 있어 문제가 없는 범위 내에서 선정하였으며 실험 전 실험 내용에 대한 내용을 충분히 숙지한 후 실험에 참여하였다.

2. 실험 장비

1RM 측정 및 실험을 위한 벤치 프레스 동작은 동일하게 어깨가슴관절의 사용이 자유로운 프리 웨이트로 실시하였으며 20 kg의 바에 무게를 더하기 위해 웨이트 디스크를 추가로 사용하였다. 벤치 프레스 바와 어깨가슴관절의 사용에 따른 동작의 차이는 <Figure 1>과 같다. 또한 벤치 프레스 동작 시 벤치 프레스 바의 움직임과 속도를 파악하기 위하여 10대의 적외선 고속 카메라(Vicon Mx series, Vicon, UK)를 사용하였고 어깨 복합체를 움직이는 근육들의 근 활성도를 파악하기 위해서 총 8채널의 무선 근전도 채널(Trigno wireless EMG system, Delsys, USA)을 사용하였다. 어깨 가슴관절의 올림과 내림을 파악하기 위해 웨이트 바의 양 옆과 시트에 총 6개의 마커를 부착하였으며 근육 신호와 동작의 동기화는 Vicon 사의 동작분석 소프트웨어 (Nexus software, Vicon, UK)를 사용하였다. 동작 분석의 샘플링 레이트(sampling rate)는 200 Hz, 근전도 신호의 샘플링 레이트(sampling rate)는 2000 Hz로 각각 설정하였으며, 동작의 유사성을 위해 메트로놈을 사용하였고 메트로놈의 비트는 60 bpm으로 설정하였다.

3. 실험 절차

연구 대상자 모두는 실험 전 충분한 스트레칭 및 워밍업(warm-up)을 실시 한 후 실험에 대한 내용을 충분히 숙지하고 동의서를 작성하였다. 본 실험에 앞서 모든 연구 대상자는 1RM 간접 측정방법(O'Shea, 1995)을 사용하여 자신의 최대 운동부하를 설정하였다. 1RM 측정 후 본 실험을 위해 연구 대상자는 상의를 탈의 한 후 근전도 8채널을 1번; 오른쪽 큰 가슴근육 윗부분(UPM), 2번; 큰 가슴

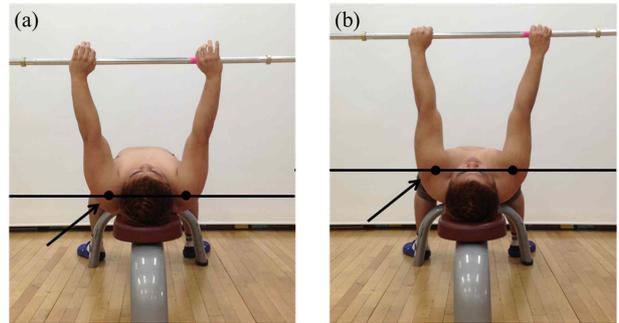


Figure 1. Comparison of scapulothoracic joint movement (a) none protraction condition(NPC) (b) protraction condition(PC)

근육 중간부분(MPM), 3번; 삼각근 앞부분(AD), 4번; 삼각근 중간부분(MD), 5번; 삼각근 뒷부분(PD), 6번; 등세모근 중간부분(MT), 7번; 위팔두갈래근(BB), 8번; 위팔세갈래근(TB) 총 8 곳에 부착하였다. 부착 전 필요에 따라 부분 제모를 하고 알코올 솜을 사용하여 피부 표면을 세척한 후 접착 테이프를 통해 무선 근전도 채널을 완전히 밀착하여 부착하였다. 근전도 채널을 부착 후 연구 대상자가 사용할 벤치의 모서리 4곳과 웨이트 바의 양쪽 면에 반사 마커 6개를 단단하게 고정하였다. 본 실험 절차는 먼저 20 kg의 웨이트 바를 이용하여 메트로놈 60 bpm의 속도에 맞춰(내림-3초, 휴식-1초, 올림-3초, 휴식-1초) 총 8박자에 1회 동작을 실시하는 것을 기본으로 사전 연습을 10회 실시하였고, 본 실험에서는 연속적인 3회 동작을 1세트로 진행하였다. 1RM의 50%와 70% 그리고 어깨가슴관절을 고정시켰을 때와 고정 시키지 않았을 때 모두 동일한 세트로 실험을 진행하였고 동작의 순서는 무선배정 하였다. 1세트간 휴식 시간은 3분을 기본으로 하였고 연구 대상자의 요구에 따라 추가 3분의휴식 시간을 가져갔다. 본 실험을 마친 후 근육의 피로도 검사를 위해 최초로 수행했던 무게와 어깨가슴관절 사용여부를 동일하게 하여 1세트를 추가로 실시하였다.

4. 자료 분석

모션 캡처 시스템을 통해 얻어진 6개의 반사 마커에 대한 3차원 좌표값과 근전도 신호를 Nexus 1.7(Vicon, UK) 및 Matlab 2009(Mathworks Inc, USA)를 사용하여 분석하였다. 영상 자료에서 발생하는 노이즈를 제거하기 위해 4차 버터워스 저역 통과 필터(Butter worth lowpass filter)를 사용하였고 차단 주파수는 영상 데이터의 경우 7 Hz, 근전도 데이터의 경우 밴드패스 필터(bandpass filter)를 사용하여 20-500 Hz에 해당하는 주파수 영역대의 신호를 분석 하였다. 각각의 조건에서 반복 수행한 총 3회 자료의 평균값을 산출하여 분석하였다.

1) 분석 구간의 설정

주요 근육이 단축성 수축하는 구간에서의 근활성도를 분석하기 위해 웨이트 바를 가슴 가까이 두고 팔꿈치가 굽힘 상태에 있는 시점을 시작 시점으로 정하고 웨이트 바를 최대로 들어 올려 팔꿈치가 펴 상태에 있는 시점을 종료 시점으로 하였다. 두 시점 사이를 분석 구간으로 정의하여 데이터를 분석하였다. 최초 웨이트 바를 올리는 시점은 웨이트 바의 올리는 속도가 0.1 m/s를 넘어설 때를 기준으로 설정하였다.

2) 변인 분석

(1) 웨이트 바의 최대 높이 및 선속도

웨이트 바 양쪽에 부착한 반사 마커의 수직 높이를 측정하여 분석하였다. 어깨가슴관절의 사용 여부에 따라 웨이트 바의 수직 높이가 달라지기 때문에 어깨가슴관절의 사용 여부를 웨이트바의 수직높이분석을 통해 파악하고자 하였다. 웨이트 바 수직 높이의 경우 모든 연구 대상자가 누워서 동작을 수행한 벤치로 부터의 최대 수직높이를 계산하였다. 또한, 메트로놈을 통한 동작의 유사성이 통제되었는지 재차 확인하기 위해 웨이트 바를 위로 올릴 때 발생하는 평균 수직 선속도를 계산하였다. 올리는 구간에서 발생하는 선속도를 유한차 방식을 통해 계산하고 구간 안에서의 값을 평균하여 산출하였다.

(2) Integrated EMG

오른쪽 상지에 부착한 총 8개의 근전도 채널에서 발생 한 신호의 적분 EMG(iEMG) 값을 산출하였다. 각각의 근전도 채널에서 나온 신호를 bandpass filter를 통해 noise를 최소화 한 뒤 자승화 하여 양의 값으로 신호를 변환하였으며 cut-off frequency를 10 Hz의 Butterworth 4차 필터를 이용하여 EMG 신호를 linear envelope 한 뒤 iEMG 값을 산출 하였다.

(3) 큰 가슴근육의 근 활성화도 비율

큰 가슴근육의 근 활성화도 비율을 파악하기 위해서 8채널의 근전도 채널에서 발생한 iEMG 값을 합하고 큰 가슴 근육에 부착한 2개 채널의 iEMG 값을 합한 값의 비율을 분석하였다. 큰 가슴 근육의 근활성도 비율에 대한 공식은 아래와 같다.

$$Pec \cdot mR(\%) = \left(\frac{\sum_{n=1}^2 iEMG_n}{\sum_{n=1}^8 iEMG_n} \right) * 100$$

(4) EMG 중앙 주파수 분석

실험 전후로 근육의 피로도가 발생했는지 파악하기 위해서 EMG 신호의 median frequency를 분석하고자 하였

다. Median frequency를 측정하기 위해 1회 동작 전체 구간에 대한 EMG 신호를 Fast Fourier Transform(FFT)한 뒤 Power Spectrum Density(PSD)를 계산하고 PSD의 값을 동일하게 배분 할 수 있는 중앙 주파수 값을 산출하였다.

5. 통계 처리

SPSS 18.0을 사용하여 무게와 어깨가슴관절의 사용에 따른 근육 활성화도의 변화를 분석하기 위하여 반복 측정 이원 분산분석(two-way repeated measures analysis of ANOVA)을 실시하였고 사후검증은 Bonferroni 검증을 사용하였다. 또한 실험 전 후로 근 피로도가 발생했는지 여부를 파악하기 위해 paired-t-test를 실시하였다. 모든 통계적 검증의 유의 수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 웨이트 바의 최대 높이

어깨가슴관절의 사용 여부를 파악하기 위해 웨이트 바의 최대 높이를 분석하였다. 그 결과 어깨가슴관절을 사용하였을 때(PC)가 어깨 가슴관절을 사용하지 않았을 때 보다 높게 나타남을 확인 할 수 있었다. 무게에 따른 통계적인 차이는 확인 할 수 없었으며 어깨가슴관절을 사용하여 내뱐 동작을 할 경우 약 4~5 cm 정도 웨이트 바의 높이가 높게 나타났다 (Figure 2). 어깨 가슴관절을 사용하지 않았을 때(NPC)의 경우에는 두 무게에서 0.62 ± 0.04 m의 같은 높이를 나타냈으며 어깨가슴관절을 사용 하였을 때 1RM의 50% 무게에서는 0.66 ± 0.06 m, 1RM의 70% 무게에서는 0.67 ± 0.04 m로 나타났다(Figure 2[a]).

2. 웨이트 바의 선속도

웨이트 바를 들어올릴 때 발생하는 선속도를 분석한 결과 무게와 어깨가슴관절의 사용여부에 따른 통계적인 차이는 확인 할 수 없었다(Figure 2[b]). 1RM의 50%의 경우 어깨가슴관절을 고정 시켰을 때 0.23 ± 0.07 m/s로 나타났고 어깨가슴관절을 사용하였을 때 0.25 ± 0.06 m/s로 나타났다. 1RM의 70%의 경우에는 어깨가슴관절을 사용하지 않았을 때 0.21 ± 0.03 m/s, 어깨 가슴관절을 사용하였을 때 0.22 ± 0.05 m/s로 나타났다(Figure 2[b]).

3. iEMG

어깨가슴관절의 사용 여부와 무게의 변화에 따른 오른쪽

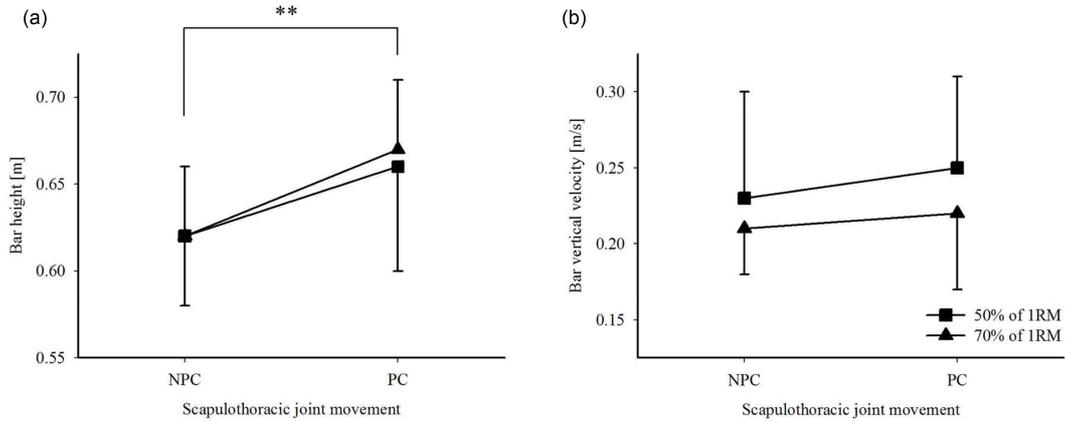


Figure 2. Result of kinematic parameter (a) weight bar height (b) bar vertical velocity (*. $p < .05$, **. $p < .01$)

어깨 복합체 근신호 8채널을 분석한 결과 중간 큰 가슴근육, 전방삼각근, 위팔세갈래근에서 무게에 따른 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 어깨가슴관절 사용 여부에 따른 통계적 차이는 확인 할 수 없었으며 위 세근육을 제외한 나머지 근육에서는 통계적인 차이를 확인 할 수 없었다. 무게가 무거울수록 위 세근육의 적분 EMG 값의 크게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 근전도 8채널에서 나타난 적분 EMG 값은 <Table 1>과 같다.

4. 큰 가슴 근육의 근 활성화도 비율

상지에 부착한 8개의 근전도 채널의 적분 EMG 값에서 큰 가슴근육이 차지하는 비율을 분석해 본 결과 어깨가슴관절을 사용하지 않고 안정된 상황에서 벤치 프레스 동작 시 큰 가슴근육의 활성화비율이 높게 나타남을 확인 할 수 있었다(Figure 3). 무게변화에 따른 통계적 차이는 확인 할 수 없었다.

5. EMG 중앙 주파수

실험 전후로 근육의 피로도가 발생했는지 여부를 파악하기 위해 본 실험 시작 시 측정된 근육신호와 실험이 끝난 후 똑같은 방식으로 측정된 근육신호를 비교하고자 하였다. 그 결과 등세모근을 제외한 나머지 7개 근육에서는 근육의 피로가 발생하지 않은 것으로 나타났다. 하지만 등세모근에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 실험 전에 나타난 등세모근의 중앙 주파수 값은 161.33 ± 71.42 Hz 였지만 실험 후 측정된 등세모근의 중앙 주파수 값은 117.16 ± 38.32 Hz 로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다 (Figure 4).

IV. 논 의

본 연구에서는 웨이트 트레이닝을 주3회 이상 실시하는 생활체육인들에게서 자주 나타나는 벤치 프레스 동작 시 어깨가슴관절을 사용하여 내밈(protraction)을 하였을 경우

Table 1. Integrated EMG of eight muscles (mean±SD)

(Unit: mv*s)

	50% of 1RM		70% of 1RM		Difference
	NPC	PC	NPC	PC	
Upper pectoralis major	0.18±0.31	0.18±0.31	0.26±0.40	0.22±0.30	
Middle pectoralis major [†]	0.05±0.07	0.05±0.06	0.07±0.10	0.07±0.07	50% < 70%
Anterior detoid [†]	0.13 ±0.16	0.17±0.16	0.41±0.40	0.39±0.38	50% < 70%
Middle deltoid	0.06±0.16	0.04±0.05	0.05±0.07	0.07±0.06	
Posterior deltoid	0.00±0.00	0.04±0.11	0.00±0.00	0.01±0.02	
Middle trapezius	0.00±0.00	0.00±0.00	0.01±0.01	0.01±0.02	
Biceps brachii	0.00±0.01	0.01±0.01	0.01±0.02	0.01±0.01	
Triceps brachii [†]	0.11±.19	0.17±0.33	0.21±.23	0.30±0.47	50% < 70%

Note. *significant difference between scapulothoracic joint movement, [†]significant difference between different weight condition at $p < .05$

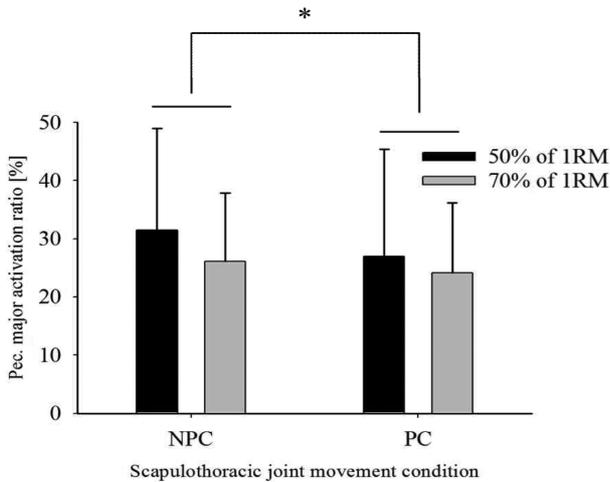


Figure 3. Activated pectoralis major ratio (*. $p < .05$, **. $p < .01$)

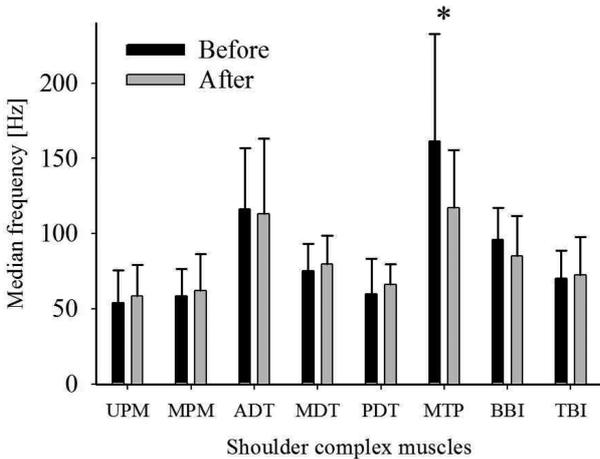


Figure 4. Median frequency of eight channel EMG(*. $p < .05$, **. $p < .01$)

와 어깨가슴관절을 사용하지 않고 운동을 할 때 발생하는 근육 활성화도의 차이를 분석하고자 하였다. 이를 위해 근지구력을 향상 시킬 수 있는 1RM의 50% 무게와 근 비대를 목적으로 하는 1RM의 70% 무게를 부하로 설정하고 어깨 가슴관절을 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때 어깨 복합체 운동에 관여하는 8개 근육의 근 활성화도와 큰 가슴근육의 활성 비율 그리고 근 신호의 중앙 주파수 분석을 실시하였다. 또한 실험의 통제 여부를 파악하기 위하여 웨이트 바와 벤치에 6개의 마커를 부착하여 웨이트 바의 움직임을 분석하였다.

본 연구에서는 어깨가슴관절의 내밀 동작을 하였을 경우와 그렇지 않은 경우를 통제하기 위해 연구 대상자들에게 실험 전 10회 이상의 교육 및 실험에 대한 내용을 숙지 시켰으며 통제 여부를 파악하기 위한 벤치 프레스 바의 높이를 분석한 결과 무게에 따른 웨이트 바의 높이에

서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고 어깨가슴관절의 사용여부에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 웨이트 바의 높이를 통해 본 실험에서 의도하고자 했던 어깨가슴관절의 사용 통제가 명확하게 나타남을 확인 할 수 있었다. 어깨가슴관절을 사용하지 않을 경우에는 어깨 복합체에 위팔과 관절와의 중심에 정확하게 맞춰져 어깨 주위를 감싸는 인대에 안정성을 가져 올 수 있지만 어깨가슴관절을 사용할 경우 어깨 관절과 위팔의 골두가 전방으로 밀려 어깨의 안정성 역시 무너지게 된다. 또한 하중과 어깨가슴관절의 사용 조건 마다 동일한 운동 속도를 유지하기 위해 60 bpm의 메트로놈을 사용하여 동일한 박자에 동작을 만들 수 있도록 통제 하였고 벤치 프레스를 위로 올리는 동작에서 발생하는 선속도를 분석한 결과 하중 조건과 어깨가슴관절 사용 여부에 따른 통계적인 차이는 확인 할 수 없었다. 따라서 본 실험에서 제시한 네 가지 조건에서 모든 연구 대상자들은 동일한 동작을 수행하였다고 판단되며 본 실험에서 분석된 근 활성화도의 값은 벤치 프레스 운동 자세에서 발생한 차이임을 확인 할 수 있었다.

근육의 활성화 된 패턴을 살펴보면 우선 근육의 iEMG 결과에서는 어깨가슴관절의 사용 여부에 따른 통계적 차이를 확인 할 수 없었다. 이러한 결과는 어깨 가슴관절 사용 유무에 따라서 각 근육 별로 사용되는 양의 크기는 차이가 없음을 나타낸다. 동일한 무게의 웨이트를 들어올릴 때 어깨 복합체의 근육은 맞춰진 시스템에 의해 동일한 근육의 양을 사용하고 이를 통해 외부 하중에 대한 저항을 하게 된다. 따라서 어깨가슴관절의 사용 여부에 따른 통계적 차이가 나타나지 않았다고 판단된다. 하지만, 근육의 iEMG 값에서 무게에 따른 통계적 차이는 확인 할 수 있었는데 중간 큰 가슴근육과 전면 삼각근 그리고 위팔 세갈래근에서 통계적으로 유의한 차이가 발생했다. 무게가 증가함에 따라 벤치 프레스의 주동근육인 위 세근육의 근 활성화도가 증가함을 확인 할 수 있었다. 또한 1RM의 50% 무게에서 상부 큰 가슴근육이 큰 근 활성화도를 보였고 1RM의 70% 무게가 증가되면서 전면 삼각근과 위팔 세갈래 근의 근 활성화도가 크게 나타났다. 이는 Kohler, Flanagan과 Whiting (2010)의 벤치프레스 운동에서 고강도 조건에서는 상완삼두근의 근 활성이, 저강도에서는 큰 가슴근육의 근 활성이 높다는 연구와 일치하며, 큰 가슴근육과 상완삼두근이 상호보완적인 근 활성으로 보여진다 (Escamilla, Yamashiro, Paulos, & Andrews, 2009). 또한 후면 삼각근, 중간 등세모근, 위팔 두갈래근의 근 활성화도가 가장 낮게 나타난 것이 벤치프레스 운동 중 길항근 역할을 하며, 안정적인 벤치프레스 자세를 유지 시켜줌으로써 어깨 가슴 관절의 사용 시 보다 어깨 가슴 관절을 사용하지 않은 동작에서 바벨의 균형을 유지하기 위해 안정

근의 사용량이 증가하였다고 생각된다.

본 연구에서 가장 핵심적인 벤치프레스 동작의 어깨가슴관절 사용 여부에 따른 iEMG ratio 즉, 전체근육 사용량에 대한 큰 가슴근육 사용량의 비율 분석을 살펴보면, 전체 근육들의 근 사용량 중 큰 가슴근육의 근 사용량을 비교하였을 때 1RM의 50% 무게에서 약 5%, 1RM의 70% 무게에서 약 2% 어깨고립이 더 크게 나타나 어깨고립동작에서의 큰 가슴근육 근 사용량이 유의한 차이가 나타났다. 이는 벤치프레스 동작에서 어깨 가슴관절의 사용을 제한하는 것이 주동근인 큰 가슴근육을 효과적으로 발달시킬 수 있다고 생각된다. Baechle & Earle (2008)의 벤치프레스 운동이 큰 가슴근육 강화에 도움이 된다는 결과에서 어깨가슴관절의 사용 제한은 운동 동작으로 뒷받침 될 수 있는 것으로 사료된다. 그리고 앞서 언급했듯이 어깨고립 시 주동근인 큰 가슴근육의 근 활성화도는 낮은 강도에서 더 높아진다는 것을 볼 수 있었다.

본 연구의 명확한 결과 전달을 위해 각각의 연구 대상자들의 운동수행능력에 따른 피로도를 분석한 결과, 모든 근육들을 제외하고 중간 등세모근의 근피로도가 유의한 차이가 나타났다. 결과를 통해 벤치프레스 운동 수행 중 자세를 지지하는 중간 등세모근 즉, 안정근의 역할이 크게 기여하고 있다고 생각되며, 세트 간에 불완전한 회복은 피로를 가속화하여 근력 손실을 유발시킨다는 연구 결과(O'shea, 1995)에 따라 지속적인 사용에 의해 피로해질 안정근 회복을 위해 운동 중 세트 간 휴식이 필요하다고 판단된다 하지만 본 연구에서는 중간 등세모근을 제외한 다른 근육들에게서는 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 실험과정에서 근 피로도에 의한 변수는 없다고 판단되며, 또한 본 연구목적과는 달리 운동지속 시 안정근의 피로도라는 새로운 사실을 알게 되며 앞으로 이 안정근에 대한 추후 연구가 필요하다고 본다.

V. 결 론

본 연구는 벤치프레스 운동동작에서 무게에 따른 어깨가슴관절의 사용 여부에 따른 큰 가슴 근육의 근 활성화도를 비교분석하기 위하여 웨이트 트레이닝 경험이 1년 이상인 T대학교 재학생 10명을 대상으로 어깨고립과 비고립 동작으로 1RM의 50%와 70% 무게로 구분하여 동작분석과 근 활성화도를 근전도 분석으로 실시한 결과를 바탕으로 결론은 다음과 같다.

첫째, 근육별 근 활성화도는 1RM의 50% 무게에서 1RM의 70% 무게로 증가될 때 중부대흉근, 전면삼각근, 상완삼두근의 근 사용량이 높은 것으로 유의하게 차이가 나타났다. 강도가 높아질수록 주동근과 동원되는 협력근의 근 수축이 증가되는 것을 알 수 있다.

둘째, 측정 근육의 대비 대흉근의 근 활성화도는 어깨고립 시 무게 변화에 영향 없이 유의한 차이가 나타났다. 즉, 벤치프레스 운동동작에서 주동근인 대흉근을 발달하기 위해서는 어깨고립 자세를 유지하는 게 효과적임을 알 수 있다.

셋째, 벤치프레스 운동 중 상부승모근과 상완이두근은 안정근으로 안정적인 자세를 유지시켜 줄 수 있는 것을 확인하였고, 중부대흉근은 무게가 증가 되었을 시 강도에 의한 안정근으로 볼 수 있다.

넷째, 운동 수행 중 어깨고립 시와 어깨비고립 동작에서 상부승모근의 피로도가 유의하게 나타났다. 벤치프레스 동작 시 안정근이 지속적인 균형을 지지하며 다른 근육들에 비해 활동적인 것으로 확인된다.

이러한 연구 결과를 종합해 보면, 벤치프레스의 운동 시 대흉근을 발달 시켜주려면 어깨고립의 자세가 중요하다. 뿐만 아니라 대흉근 발달 및 전면삼각근, 상완삼두근의 발달효과, 상부승모근, 상완이두근의 안정근 강화에 직접적인 기여로 보여진다.

참고문헌

- Abdessemed, D., Duche, P., Hautier, C., Poumarat, G., & Bedu, M. (2007). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *International journal of sports medicine*, 20(06), 368-373.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning: Human Kinetics*.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2011). *Weight training: steps to success: Human Kinetics 1*.
- Barnett, C., Kippers, V., & Turner, P. (1995). Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(4), 222-227.
- Charette, S., McEvoy, L., Pyka, G., Snow-Harter, C., Guido, D., Wiswell, R., & Marcus, R. (1991). Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 70(5), 1912-1916.
- Clemons, J. M., & Aaron, C. (1997). Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(2), 82-87.
- Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Medicine*, 39(8), 663-685.
- Faigenbaum, A. D., Ratamess, N. A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M., Kang, J., & Hoffman, J. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatric exercise science*, 20(4), 457.
- Gill, I., & Mbubaegbu, C. (2004). Fracture shaft of clavicle, an indirect injury from bench pressing. *British journal of sports medicine*, 38(5), e26-e26.
- Glass, S. C., & Armstrong, T. (1997). Electromyographical activity

- of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 163-167.
- Goertzen, M., Schppe, K., Lange, G., & Schulitz, K. (1989). Injuries and damage caused by excess stress in body building and power lifting. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 3(1), 32.
- Goodman, C. A., Pearce, A. J., Nicholes, C. J., Gatt, B. M., & Fairweather, I. H. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 88-94.
- Green, C. M., & Comfort, P. (2007). The affect of grip width on bench press performance and risk of injury. *Strength & Conditioning Journal*, 29(5), 10-14.
- Gross, M. L., Brenner, S. L., Esformes, I., & Sonzogni, J. J. (1993). Anterior shoulder instability in weight lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(4), 599-603.
- Harris, G. R., Stone, M. H., O'bryant, H. S., Proulx, C. M., & Johnson, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Haupt, H. A. (2001). Upper extremity injuries associated with strength training. *Clinics in sports medicine*, 20(3), 481-490.
- Joseph, S. Y., & Habib, P. A. (2005). *Common injuries related to weightlifting: MR imaging perspective*. Paper presented at the Seminars in musculoskeletal radiology.
- Keogh, J., Hume, P. A., & Pearson, S. (2006). Retrospective injury epidemiology of one hundred one competitive Oceania power lifters: The effects of age, body mass, competitive standard, and gender. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 672-681.
- Kohler, J. M., Flanagan, S. P., & Whiting, W. C. (2010). Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 313-321.
- Kolber, M. J., Beekhuizen, K. S., Cheng, M.-S. S., & Hellman, M. A. (2010). Shoulder injuries attributed to resistance training: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1696.
- Koshida, S., Urabe, Y., Miyashita, K., Iwai, K., & Kagimori, A. (2008). Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1584-1588.
- Lehman, G. J. (2005). The influence of grip width and forearm pronation/supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 587-591.
- Lim, K.-C. (2006). The relationship of one repetition maximum between flat bench press exercise and incline bench press exercise. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 16(4), 189-194.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European journal of applied physiology*, 91(4), 450-472.
- MacDougall, J., Elder, G., Sale, D., Moroz, J., & Sutton, J. (1980). Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 43(1), 25-34.
- Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 745-750.
- McLeod, W. D., & Andrews, J. R. (1986). Mechanisms of shoulder injuries. *Physical therapy*, 66(12), 1901-1904.
- Neumann, D. A., & Rowan, E. E. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*: Mosby St. Louis, MO.
- O'Shea, P. (1995). *Quantum Strength & Power Training (gaining the Winning Edge)*: Textbook of Applied Athletic Strength Training & Conditioning for Peak Performance Ages 16-80: Patrick's Books.
- Pearl, B. (2001). *Getting Stronger: Weight Training for Men and Women*: Sports Training, General Conditioning, Bodybuilding: Shelter Publications, Inc.
- Pyka, G., Lindenberger, E., Charette, S., & Marcus, R. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of gerontology*, 49(1), M22-M27.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., & Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European journal of applied physiology*, 100(1), 1-17.
- Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T., & Uribe, B. P. (2010). A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 779-784.
- Weir, J. P., Wagner, L. L., & Housh, T. J. (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(1), 58-60.
- Welsch, E. A., Bird, M., & Mayhew, J. L. (2005). Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 449-452.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2006). The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 396-399.