



## 탄성저항 및 필라테스 운동이 야구투수의 근전도에 미치는 영향

### The Effects of Elastic Resistance and Pilates Exercise on EMG in Baseball Pitcher

박일봉\*(부산대학교) · 김정태(창원대학교)

Park, Il-Bong(Pusan National University) · Kim, Jung-Tae(Changwon National University)

---

#### ABSTRACT

I. B. PARK, and J. T. KIM, The Effects of Elastic Resistance and Pilates Exercise on EMG in Baseball Pitcher. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 4, pp. 127-139, 2007. The purpose of this study was to examine the pitching ability of baseball player by analysing the effect of elastic resistance exercise and pilates exercise on EMG. Five out of currently active highschool baseball player performed 5 times a week of elastic resistance exercise and pilates for 8 weeks, each for 100 minutes. They demonstrated significant increase in EMG after 8 weeks of exercise. Especially, in extensor carpi radialis brevis and flexor carpi radialis of fore arm, they demonstrated significant increase of inning figure after exercise. These results suggested that elastic resistance exercise and pilates exercise can improve pitching ability of baseball player according to inning.

KEYWORDS : BASEBALL PLAYER, ELASTIC RESISTANCE EXERCISE, PILATES, EMG

---

## I. 서론

야구는 국내에서 인기 있는 스포츠 중 하나이다. 야구는 9명의 선수들이 각 포지션별로 배치되어 경기를 수행하며 이러한 포지션 중에서 투수는 야구경기의 선수구성 중 가장 많은 인원을 차지하고 있다. 또한 야구에 있어 투수의 투구는 경기의 승패를 좌우하는 가장 중요한 요인이며, 배원한(1993)은 경기 승패의 약 80%를 투수의 투구능력에 좌우된다고 보고하고 있다. 또한 투수에서 가장 중요한 요소는 볼 속도에 달려있다고 보고되고 있으며(Stodden, Fleisig, Mclean, Lyman &

Andrew, 2001; Tomoyuki et al., 2001), 투수가 빠른 볼을 던지기 위해서는 강한 어깨근육을 필요로 하고, 투구시 단시간에 최대의 파워를 낼 수 있는 무산소성 파워가 투구 속도를 증가 시키는 것으로 나타났다(Potteiger, Blessing & Wilson, 1989; 윤정현, 1995). 하지만 이러한 던지는 동작은 견관절에 지나친 부하를 주게 되고, 이러한 스트레스를 반복적으로 받게 되면 견관절과 연부조직이 변화를 초래하게 되며, 이는 손상의 위험으로 발전될 수 있다(김용권, 한경진, 박진영 및 Ajai, 2007). 야구경기에서 가장 많은 던지는 동작을 수행하는 투수에게 손상과 관련된 위험이 제일 많을 것으로 보인다.

---

\* fnjboss@naver.com

한편 탄성저항 운동은 동적 등저항성 운동기구들에 비해 훨씬 안전하고 기구 이용자세의 다양성과 휴대가 용이하다는 장점을 가지고 있어 재활훈련 및 노약자 근력 훈련에 많이 이용되고 있다(김현수 및 김남정, 2003; Hintermeister, Lange, Schultheis, Bey & Hawkins, 1998; Steadman & Sterett, 1995). 임영태(2005)는 탄성저항운동이 프리-웨이트 운동과의 EMG 비교분석에서 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였다. 이러한 탄성저항 운동이 최근 야구선수들의 재활 및 근력향상 트레이닝의 한 방법으로 많이 이루어지고 있다. 탄성저항운동은 저항이 중력의 영향을 받지 않기 때문에 투구 매커니즘을 강화시키는데 이상적이다. 또한 여러 동작들에 적용될 수 있는 장점을 가지고 있다. Page et al.(1993)은 투수의 6주간의 트레이닝 후에 견관절 뒤쪽의 신장성 수축(eccentric) 근력이 유의하게 증가했음을 보고하였으며, Hintermeister et al.(1998)은 이러한 탄성저항을 사용하면 신장성 요소의 조절은 트레이닝의 시작과 더불어 자연스럽게 이루어진다고 하였다. Carson(1989)은 신장성 근력강화운동을 위해 특별히 투수의 견관절에 탄성저항을 사용할 것을 권고하였다. 최근 국내 여러 프로스포츠 구단에서 프리시즌 트레이닝 중 필라테스 운동을 실시하고 있다. 필라테스 운동은 근육을 강화시키고(박일봉, 2005; 홍순미, 양점홍 및 이명수, 2002; 원정희, 2003) 잘못된 자세를 바로 잡아 주며(Hans, 1991) 동시에 부드럽고 유연하게 만들어주는 것으로 알려져 있다(Siler, 2000). 특히 야구투수들이 주축 팔을 이용하여 반복하여 던지는 동작을 많이 실시하므로 이러한 필라테스와 같은 운동은 척추의 밸런스와 유연성에 효과가 있을 것으로 기대된다.

근전도는 근수축과 근육조절작용 등에 관련한 생체 전기 활동에 대한 정보를 담고 있으므로 이를 분석함으로써 인체의 운동에 대한 해부학적인 움직임과 시간적 측면과의 관계와 힘의 생성과 근전도의 관계, 그리고 근피로와 근전도간의 관계와 같은 정보를 얻을 수 있다(US department of health and human service, 1992). 야구투수들과 관련된 근전도 분석을 살펴보면 투수들의 투구동작에 따른 상지의 분석과(Sisto, Jobe, Moynes & Antonelli, 1987), 투수들의 부상 후 재활과 관련된 근전도 분석(Glousman, Jobe, Tibone, Moynes & Perry,

1988), 선수들과 일반인들과의 차이(Gowan, Jobe, Tibone, Perry & Moynes, 1987)등이 있었으며, 트레이닝과 관련된 연구는 이루어지지 않았다. 신화경, 조상현 및 차광석(2003)은 12주 근력강화훈련 동안 표면근전도 신호특성에 관한 연구에서 근력훈련의 전, 후차가 긍정적으로 나타난 것으로 보고하였고, 근전도를 통한 트레이닝의 전, 후차를 검증할 수 있는 방법까지도 소개하였다. 특히 근전도는 특정동작에서의 근육의 반응을 알 수 있어 이와 같은 야구투수들의 피칭 시 근육의 반응을 살펴본다는 것과 또한 트레이닝 전, 후차를 살펴본다는 것은 대단히 의미 있을 것으로 생각된다.

이상의 선행연구에서 나타나듯 야구에서 투수들의 역할은 매우 중요하며 특히 투구에 영향을 미치는 상지의 근력은 투수들의 경기력향상에 결정적인 영향을 미치는 요인으로 판단된다. 따라서 본 연구는 야구선수 중 투수들을 대상으로 탄성저항 운동과 필라테스 운동을 프리시즌(pre-season) 중에 실시하여, 투구 동작에 따른 상완 주동근의 근전도를 측정, 그 결과를 분석하여 트레이닝이 근력에 미치는 영향을 알아보고, 또한 투구 수에 따른 근전도를 측정하여 트레이닝 전, 후에 따른 변화를 살펴보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 B고등학교 학생 중 경력이 모두 6년 이상인 투수 5명을 선정하였다. 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

### 2. 측정도구

본 실험에 사용된 측정도구는 <표 2>와 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성.

N	age(yr.)	weight(kg)	height(cm)	BMI
5	18.34±1.01	74.12±3.89	179.76±2.21	23.76±2.34

Values are M ± SD.

표 2. 실험 측정도구

Equipments	Model	Manufacture
Video camera	DVR-9800	JVC. Japan
EMG equipment	QEMG8	Laxtha. Korea
EMG analysis software	Telescan	Laxtha. Korea
Surface electrode collar	AG/AgCl 2223	3M. Korea
Sync instrument		Laxtha. Korea
Motion analysis software	Kwon3D	Visol. Korea
Weight Machine		Gym 80. Germany

### 3. EMG 실험방법 및 자료수집방법

#### 1) EMG 전극부착

EMG검사는 QEMG8(Laxtha. Korea, gain = 1,000, input impedance >  $10^{12}$  Ω, CMRR > 100 dB) 무선 근전도를 이용하였으며 이때 샘플링 주파수는 1024Hz로 설정하였다. 상지 주동근 8개 지점을 측정하였으며, 투구 시 투구구질은 직구로 하였다. 측정 시 투구 거리를 KBO 규정거리(18.44m)로 하였으며, 계절과 환경의 변화를 적게 하기 위하여 실내에서 실시하였다. 근육의 선정은 선행연구(Digiovine, 1992)를 통해 피칭 동작 시 상지에서 쓰이는 근육들 중에서 공통적으로 기술된 근육을 가장 중요한 주동근으로 보고 삼각근, 상완 두갈래근, 상완 세갈래근, 광배근, 승모근, 대흉근, 요측수근신근, 요측수근굴근의 8개 근육을 선정하였으며, <그림 1>과 같다. 실험을 위해 지정된 주동근의 전극부착 지점은 측정 오류의 방지를 위해 사포를 이용하여 피부표면의 이물질을 제거하고 면도 후 알콜로 깨끗이 닦아낸 뒤 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 기술적인 오류를 피하기 위해 피험자의 전극 부착 부위를 자연스러운 상태를 유지하였다. 그리고 근육의 기시점(origin)과 정지점(insertion)의 중간부위에 가장 발달된



그림 1. 전극부착지점과 근전도장비

부위의 근복에(belly of the muscle)에 전극 두개를 부착하고, 접지전극(ground electrode)은 측정 근육에서 떨어진 지점, 주축 팔 쇄골부위에 부착하였다(Cram, Kasman & Holtz, 1998). 또한 전극은 Ag-Ag/Cl의 표면전극(3M Ltd, U.S.A)을 사용하였으며, 전극 간의 거리는 2 cm를 유지하도록 부착하였다. 그리고 트레이닝 전 측정 뒤 전극부착 지점에 특수 바디페인팅(Donga, Korea)을 이용하여 피부표면 마커를 하였으며, 8주후 재측정 시에 동일한 부위에 전극을 부착하였다.

#### 2) 최대정적수축 MVIC

##### (Maximum Voluntary Isometric Contraction) 측정

최대정적수축 근전도 값(MVIC) 측정을 위해 위에서 측정하기로 한 8곳 부위의 특정 동작을 5초간 실시하여 자료를 수집하였다. 먼저 상완 두갈래근의 최대정적수축 근전도값 측정을 위해 팔꿈치 각도를 120°로 유지, 전완이 상완의 방향으로 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였으며, 상완 세갈래근은 팔꿈치 각도를 90°로 유지, 전완이 상완의 반대방향으로 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였다. 요측수근굴근은 손바닥이 전면을 향하도록 하고 손목관절이 손등 방향으로 약 30° 정도 뒤쪽으로 향하게 한 후 손가락 약지와 중지를 이용, 손바닥방향으로 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였으며, 요측수근신근은 이와는 반대의 방향으로 측정하였다. 삼각근은 상체를 일직선으로 바로 한 후 팔꿈치가 90°의 방향으로 옆으로 벌어지게 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였으며, 승모근은 어깨관절이 귀의 방향으로 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였다. 광배근은 상체를 90°로 구부린 자세에서 전완과 상완의 각도가 90°가 되게 팔꿈치 관절을 구부려 팔꿈치가 배부방향으로 향하게 하여 최대한의 힘을 발휘하도록 측정하였으며, 마지막으로 대흉근은 웨이트 트레이닝 장비(Gym 80, Germany)중 머신벤치를 이용, 최대한의 힘을 발휘하도록 하여 측정하였다. 최대정적수축 근전도 측정은 트레이닝 전, 후에 걸쳐 실시하였다.

#### 3) 투구 동작 시 EMG 측정

전극의 부착과 MVIC 측정 절차가 끝난 대상자는

23회의 피칭 연습을 한 후, 분석을 위해 한 이닝 당 15개의 공을 던지게 하였으며 총 7이닝을 던지게 하였고, 1이닝, 4이닝, 그리고 7이닝 중 마지막 피칭의 자료를 수집하였다. 그리고 각 이닝 간 휴식시간은 10분으로 하였다.

**4) EMG 자료 처리**

근전도 신호의 주파수 범위(band width)는 10Hz의 고역 통과 필터와 350Hz의 저역 통과 필터 사이를 사용하여 필터링 한 후 전파 정류 하였다. 대상자들의 피칭에 대한 근전도 자료들의 동조화를 위해 6mm 디지털 고속 비디오카메라(DVR-9800, JVC, japan)를 설치하여 피칭 동작을 촬영하였고, 영상자료와 근전도 자료와의 동조를 위해 분석구간에 해당되는 동작 시 동조 기기에 부착된 스위치를 눌러 비디오카메라를 통해 촬영된 발광다이오드 영상과 근전도 측정장비에 기록된 신호를 기준으로 자료를 수집하였다. 본 연구에서는 아래에 제시되어진 방법에 의해 최대 수의적 정적 수축 근전도 값을 사용하여 표준화 시키고 평균 적분 근전도 값과 최대 적분 근전도 값을 계산하였다. 적분 근전도 값은 다음의 공식에 의해 얻어지며

$$\int_0^t \ln(t) |dt$$

따라서 평균 적분 근전도 공식은 아래와 같다.

$$\int_t^{TFT} \ln(t) |dt$$

여기에서 T는 특정 동작 구간의 적분 시간이다.

표준화된 적분 근전도값은 아래의 공식에 의해 계산되어진다.

$$nEMG = \frac{EMG}{EMG^{MIC}} \times 100$$

여기에서 nEMG는 표준화된 적분 근전도값, EMG는 실제 실험 결과의 근전도 값, EMG<sup>MIC</sup>는 최대정적 수축 근전도 값이다.

**5) 피칭의 동작 구간 설정 및 분석 방법**

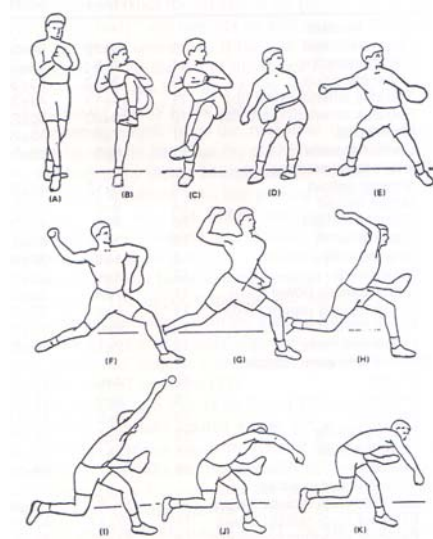


그림 2. 피칭 구간

야구에서 피칭의 동작 구간은 총 여섯 단계로 나누어져 있으며(Dillman, Fleisig & Andrews, 1993), 카메라 분석에 의하여 구간을 나누었다. 피칭 구간은 그림 3과 같다.

- ① 와인드업(Windup) - (A)~(C) 구간
- ② 스트라이드(Stride) - (C)~(F) 구간
- ③ 암 코킹(Arm cocking) - (F)~(H) 구간
- ④ 암 액셀러레이션(Arm acceleration) - (H)~(I) 구간
- ⑤ 암 디셀러레이션(Arm deceleration) - (I)~(J) 구간
- ⑥ 팔로 스톱(Follow-through) - (J)~(K) 구간

**4. 운동프로그램**

트레이닝 기간은 8주간 실시하였으며, 트레이닝 실시순서는 필라테스 운동을 실시한 후 바로 탄성저항 밴드운동을 실시하였다. 트레이닝 시간은 워밍업 단계 필라테스 20분과 필라테스 본 운동 30분, 탄성저항 밴드튜브 운동 50분으로 총 100분 실시하였으며, 토요일과 일요일을 제외한 주 5회로 실시하였다.

**1) 탄성저항 운동프로그램**

탄성저항 운동프로그램은 <표 3>과 같다. 탄성밴드는 양쪽에 손잡이가 달려있는 밴드튜브를 사용하였

표 3. 탄성저항 운동 프로그램

program level	type 1(week1 ~ week2) [with red tubing]	type 2(week3 ~ week5) [with green tubing]	type 3(week6 ~ week8) [with black tubing]
main exercise (30min)	1. elbow-curl 2. elbow-extension 3. leg press 4. butterfly 5. lateral raise 6. shoulder press 7. lunge 8. push down 9. shoulder internal/external rotation 10. Flex-T pitching drill 11. D2flexion/extension	1. front raise 2. squat 3. protraction/retraction 4. seated rows 5. kneeling lateral raise 6. supra raise 7. shoulder internal/external rotation 8. curl/reverse curl 9. tricep extension 10. wrist flicks/finger flicks 11. throwing pattern	1. front/back raise 2. squat with ball 3. protraction/retraction 4. seated rows 5. lateral raise with ball 6. supra raise advance 7. shoulder internal/external rotation 8. curl/reverse curl 9. tricep extension 10. wrist flicks/finger flicks 11. throwing pattern

표 4. 필라테스 운동 프로그램

program level	Pilates basic course [week1~ week2]	Pilates intermediate course [week3 ~ week5]	Pilates advance course [week6 ~ week8]
contents			
warm-up (10min)	1. supine breathing : 3sets 3. spine stretching : 2sets 5. femur circles : 2sets 7. basic bridging : 2sets	2. spine stretching modify : 2sets 4. femur arcs : 2sets 6. dead bug : 2sets 8. prone press up : 2sets	
main exercise (30min)	1. quadruped:2sets 2. swan dive:2sets 3. rolling:10rep×2sets 4. side lying:2sets 5. side kick:3sets 6. leg circles:1:2sets 7. single leg stretching:10reps×2sets 8. roll over:4sets 9. hundred:10reps×3sets 10. seal:10reps×2sets	1. assisted roll-up:2sets 2. roll-up:3sets 3. swan dive:1,2:2sets 4. leg circle:1,2:2sets 5. single straight leg stretch:10reps×2sets 6. standing balance hip flexion/extension:2sets 7. double leg stretch:6reps×2sets 8. boomerang:3sets 9. criss cross:10reps×2sets 10. the twist:3sets	1. push up:3sets 2. leg pull front:3sets 3. leg pull:3sets 4. shoulder bridge:3sets 5. scissors/bicycle:5reps×2sets 6. corkscrew: 5reps×2sets 7. jackknife:3sets 8. open leg rocker:10reps×2sets 9. teaser:3sets 10. swimming: 8reps×2sets 11. star:3sets
cool-down (10min)	1. mermaid : 2sets 3. angry cat stretch : 3sets 5. neck roll : 2sets 7. saw : 2sets	2. spine twist : 6sets 4. horse stretch : 3sets 6. shoulder stretch : 2sets	

으며, 이 밴드튜빙은 탄성정도에 따라 강, 중, 약으로 나누어지는데 제일 강한 것은 검은색 밴드이며, 중강도는 녹색, 그리고 제일 약한 강도는 빨간색으로 나누어진다(Thera-band U.S.A 2005). 트레이닝 전에서 2주까지의 탄성저항 운동은 탄성이 제일 약한 빨간색으로 실시하였으며, 3주에서 5주까지는 중강도 밴드튜빙인 녹색으로 실시하였다. 마지막으로 6주에서 8주까지의

탄성저항 운동은 고강도 밴드튜빙인 검은색으로 실시하였다. 트레이닝은 밴드 손잡이를 실제 야구공을 잡는 그립과 똑같이 잡고 실제 투구모션과 같이 밴드 저항력을 이용하여 투구모션구간별로 실시하였다.

## 2) 필라테스 프로그램

필라테스 프로그램은 <표 4>와 같다. 트레이닝 전

에서 2주까지는 기초동작으로 실시하였고, 3주에서 5주까지는 중간단계로 실시하였으며, 마지막 6주에서 8주까지는 상급자단계로 실시하였다.

### 5. 통계 처리

통계 처리는 SPSS/PC 12.0 통계 패키지를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며 이닝에 따른 트레이닝 전, 후 결과는 paired T-test를 실시하였고 트레이닝 전, 후간 이닝별 차이검증은 반복측정 분산분석(repeated measures analysis of variance: ANOVA) 방법을 이용하였다. 사후검증으로는 Scheffe방법을 사용하였고 모든 측정값의 유의수준  $p < .05$ 로 하였다.

## III. 결과 및 논의

### 1. 와인드 업(wind-up) 구간

와인드 업 구간의 평균 적분 근전도 변화는 <표 5>과 같다. 먼저 승모근과 광배근을 살펴보면 두 부위 모두 트레이닝 전과 후에 이닝별로 수치는 상승하였으나 유의차는 없었고, 트레이닝 전, 이닝에 따른 근전도 값은 승모근에서 1이닝 17.02%에서 7이닝 후 14.13%로, 광배근에서는 1이닝 12.10%에서 7이닝 후 9.67%로 두 부위 모두 유의( $p < .05$ )하게 감소되는 것으로 나타났다. 하지만 트레이닝 후에는 이닝에 따른 수치가 감소는 있었으나, 유의차는 없는 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후와 이닝에 따른 상호작용은 없는 것으로 나타났다. 상완 이두근, 상완 삼두근, 삼각근, 대흉근, 요측수근신근, 요측수근굴근 부위 모두 트레이닝 전과 후에 이닝별로 수치의 상승은 있었으나, 유의차는 없는 것으로 나타났고, 트레이닝 전과 후에 이닝에 따른 수치도 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후와 이닝에 따른 상호작용은 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 와인드 업 동작이 팔을 드는 동작이기 때문에 투구 수가 지날수록 승모근이나 광배근에서 트레이닝 전에 유의하게 감소하는 것으로 보이며, 트레이닝 후에 이러한 유의차

가 없어졌다는 것은 트레이닝의 효과가 긍정적으로 나타난 것으로 생각된다. Jobe, Tibone, Perry와 Moynes(1984)는 투구 시 상지근육에서 상완이두근은 모든 구간에서 유의한 반응이 없는 것으로 보고하였고, 이러한 부분은 와인드 업 구간에서도 동일하게 나타났고, 이하 모든 부분에서도 본 연구와 일치를 보였다.

표 5. 와인드 업 구간의 근전도 변화 (%MMIC)

Variable	Inning	Baseline	8weeks	diff	F
TP	1	17.02±16.78	16.48±13.41	-0.54	0.124
	4	16.89±14.38	15.99±10.40	-0.90	
	7	14.13±13.23	15.45±13.15	1.32	
	F	4.174*	1.378		
TR	1	4.61±4.09	4.45±3.88	-0.16	0.269
	4	4.14±3.67	4.35±4.21	0.21	
	7	3.78±3.54	3.88±3.19	0.10	
	F	2.077	3.121		
DE	1	8.44±5.23	8.19±7.79	-0.25	0.203
	4	7.99±6.09	8.17±9.18	0.18	
	7	8.14±9.24	8.88±6.79	0.74	
	F	0.189	0.121		
LD	1	12.10±10.34	12.54±11.98	0.44	1.395
	4	13.88±11.05	12.10±9.73	-1.38	
	7	9.67±9.78	11.99±10.27	2.32	
	F	5.231*	1.281		
BI	1	8.22±9.13	7.45±6.49	-0.77	0.084
	4	8.78±7.77	8.19±7.99	-0.59	
	7	7.78±6.29	7.12±7.33	-0.66	
	F	0.998	2.432		
PM	1	6.19±6.38	5.79±6.19	-0.4	1.485
	4	5.88±3.90	5.98±4.91	0.10	
	7	6.42±7.28	6.13±5.77	-0.29	
	F	0.876	2.391		
EC	1	18.98±18.32	19.21±18.67	0.23	0.000
	4	17.13±16.34	19.23±17.89	2.10	
	7	17.88±15.98	18.41±19.51	0.53	
	F	1.778	0.879		
FC	1	13.87±9.12	14.76±13.02	0.89	1.332
	4	12.39±11.98	13.78±12.18	1.39	
	7	13.18±13.78	13.66±11.61	0.48	
	F	1.112	2.187		

Values are Mean±SD \* :  $p < .05$

승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)

## 2. 스트라이드(Stride) 구간

스트라이드 구간에서의 트레이닝 전, 후 이닝별 평균 적분 근전도치는 <표 6>과 같다. 먼저 승모근에서는 트레이닝 전, 이닝에 따른 평균 적분 근전도치는 1이닝 63.12%에서 7이닝 58.99%로 유의( $p < .05$ )하게 감소되는 것으로 나타났고, 반면 8주 후에는 이닝에 따른 수치의 감소는 있었으나 유의차는 없었다. 삼각근에서는 트레이닝 전, 후 이닝에 따른 근전도치에서 모두 감소는 있었으나 유의차는 없었고, 이닝별 근전도치에서는 1이닝에서 트레이닝 전 42.91%에서 트레이닝 후 47.33%로 유의( $p < .05$ )하게 증가한 것으로 나타났고, 4이닝에서도 트레이닝 전 42.11%에서 46.19%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 7이닝에서도 트레이닝 전 40.13%에서 46.22%로 역시 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용도 유의( $p < .05$ )차가 있는 것으로 나타났다. 요측수근신근과 요측수근굴근에서는 모두 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도치는 요측수근신근에서 1이닝 45.33%에서 7이닝 후 40.34%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났으며, 요측수근굴근에서도 1이닝 23.61%에서 7이닝 후 19.38%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났다. 하지만 두 그룹 모두 트레이닝 후에는 이닝에 따른 근전도치의 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 이닝별 근전도치에서는 두 부위 모두 1이닝에서는 증가는 있었지만 유의차는 없었고, 4이닝에서는 요측수근신근에서 트레이닝 전 43.99%에서 트레이닝 후 47.31%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났고 요측수근굴근에서도 트레이닝 전 20.31%에서 트레이닝 후 25.67%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 7이닝에서도 요측수근신근에서 트레이닝 전 40.34%에서 46.71%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났고, 요측수근굴근에서도 트레이닝 전 19.38%에서 트레이닝 후 24.89%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용은 요측수근신근에서는 유의( $p < .05$ )차가 있었으나 요측수근굴근은 유의차가 없는 것으로 나타났다. 마지막으로 광배근에서는 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도치에서 1이닝 31.77%에서 7이닝

26.38%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고 트레이닝 후에는 감소는 있었으나 유의차는 없는 것으로 나타났다. 이닝별 트레이닝 전, 후 근전도치에서는 1이닝과 4이닝에서 모두 증가는 있었지만 유의차는 없었고, 7이닝에서는 트레이닝 전 26.38%에서 트레이닝 후 30.88%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용은 없는 것으로 나타났다. 스트라이드 구간은 투구 전 양팔

표 6. 스트라이드 구간의 근전도 변화 (%MMC)

Variable	Inning	Baseline	8weeks	diff	F
TP	1	63.12±60.76	60.43±58.10	-2.69	
	4	60.11±55.82	61.84±59.29	1.73	2.973
	7	58.99±54.51	60.88±60.59	1.89	
	F	5.778*	0.879		
TR	1g	15.33±13.21	17.88±13.88	2.55	
	4	14.88±15.29	16.56±15.48	1.68	3.428
	7	14.16±13.91	16.11±14.17	1.95	
	F	1.667	2.198		
DE	1	42.91±19.83	47.33±30.51	4.42*	
	4	42.11±29.56	46.19±47.22	4.08*	4.947*
	7	40.13±33.41	46.22±33.99	6.09*	
	F	2.113	0.338		
LD	1	31.77±29.33	33.71±30.62	1.94	
	4	30.38±19.34	31.45±23.09	1.07	1.081
	7	26.38±21.54	30.88±17.77	4.50*	
	F	4.811*	1.387		
BI	1	22.45±18.31	24.88±19.76	2.43	
	4	23.56±20.78	25.60±20.11	2.04	2.981
	7	20.78±17.44	23.78±11.38	3.00	
	F	3.111	0.765		
PM	1	10.65±13.22	11.25±8.77	0.60	
	4	9.33±10.54	11.39±10.54	2.06	0.298
	7	10.12±7.55	10.76±11.34	0.64	
	F	0.667	1.167		
EC	1	45.33±34.89	47.12±22.91	1.79	
	4	43.99±40.78	47.31±33.98	3.32*	7.882*
	7	40.34±34.61	46.71±22.45	6.37*	
	F	4.119*	0.881		
FC	1	23.61±34.19	25.09±24.81	1.48	
	4	20.31±33.67	25.67±15.78	5.36*	
	7	19.38±11.41	24.89±20.59	5.51*	
	F	5.881*	2.334		

Values are Mean±SD \* :  $p < .05$

승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)

을 펼치는 동작이므로 그에 따른 주동근에서 많은 차이가 나타났다. 특히 삼각근과 요측수근신근은 트레이닝 전, 후에 유의한 증가가 나타났는데, 이것은 팔을 펼칠 때 주로 쓰이는 삼각근이 트레이닝을 통해 향상된 것으로 보이며, 요측수근신근은 공을 잡는 악력의 작용으로 직구의 구질의 특성상 검지와 중지애 힘이 들어가는 단계이므로 트레이닝 전에서는 이닝에 따라 유의한 감소를 나타냈고, 트레이닝 전, 후의 결과에서는 유의하게 증가된 것으로 나타나 트레이닝의 효과가 있는 것으로 나타났다. Pedegana, Elsner, Robers, Lang and Farewell(1982)은 견관절 주위의 근육보다는 주관절 신전근력과 손목 신전근력이 볼 스피드와 유의한 상관관계가 있었다고 보고하였고, 본 연구에서 나타난 대부분의 구간에서 나타난 요측수근신근의 트레이닝 효과는 경기력 향상을 기대할 만큼 나타난 것으로 보인다.

### 3. 암 코킹(Arm cocking) 구간

암 코킹 구간의 결과는 <표 7>과 같다. 먼저 승모근을 살펴보면 트레이닝 전 이닝에 따른 평균 적분 근전도치는 1이닝 36.55%에서 7이닝 31.11%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고, 트레이닝 전, 후에 따른 이닝별 수치의 변화는 4이닝에서 트레이닝 전 32.18%, 트레이닝 후 37.31%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났으며, 7이닝에서도 트레이닝 전 31.11%에서 트레이닝 후 37.19로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 또한 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용도 유의( $p < .05$ )차가 있는 것으로 나타났다. 상완 삼두근에서는 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도변화는 1이닝 36.48%에서 7이닝 31.66%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고 7이닝에서는 트레이닝 전 31.66%에서 트레이닝 후 36.12%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 광배근과 대흉근은 트레이닝 전, 이닝에 따른 근전도의 변화는 광배근에서는 1이닝 48.22%에서 7이닝 40.21%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고 대흉근에서도 1이닝 55.31%에서 7이닝 50.37%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났다. 7이닝에서는 트레이닝 전 광배근은 40.21%에서 트레이닝 후 48.39%로 유의( $p < .05$ )하게 증

가된 것으로 나타났고, 대흉근에서도 트레이닝 전 50.37%에서 트레이닝 후 55.37%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 요측수근신근을 살펴보면, 트레이닝 전, 후 이닝에 따른 변화를 살펴보면 트레이닝 전 1이닝 74.99%에서 7이닝 68.33%로 유의( $p < .05$ )하게 감소되는 것으로 나타났고, 트레이닝 후에는 이닝에 따라 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 트레이닝 전, 후에 따른 이닝별 변화는 트레이닝 전보다 후

표 7. 암 코킹 구간의 근전도 변화 (%MMC)

Variable	Inning	Baseline	8 weeks	diff	F
TP	1	36.55±27.21	38.21±28.91	1.66	
	4	32.18±18.54	37.31±30.47	5.13*	6.591*
	7	31.11±17.50	37.19±23.49	6.08*	
	F	4.991*	1.891		
TR	1	36.48±28.11	37.29±19.45	0.81	
	4	34.31±33.19	36.99±20.03	2.68	2.875
	7	31.66±19.44	36.12±30.88	4.46*	
	F	4.621*	0.012		
DE	1	10.34±9.45	11.45±10.88	1.11	
	4	10.11±10.77	10.97±5.27	0.86	1.456
	7	9.21±10.92	10.11±8.55	0.90	
	F	0.112	1.011		
LD	1	48.22±24.32	50.11±32.22	1.89	
	4	47.53±44.86	49.41±29.10	1.88	4.091
	7	40.21±22.48	48.39±18.32	8.18*	
	F	7.231*	2.998		
BI	1	25.33±20.38	27.91±18.99	2.58	
	4	24.58±18.71	25.77±24.61	1.19	0.796
	7	24.87±23.90	26.18±20.38	1.31	
	F	0.998	1.112		
PM	1	55.31±45.09	56.19±21.16	0.88	
	4	52.69±21.88	55.13±43.91	2.44	3.780
	7	50.37±22.67	55.37±22.88	5.00*	
	F	4.610*	0.889		
EC	1	74.99±44.21	76.09±66.29	1.10	
	4	71.88±23.99	75.89±23.80	4.01	1.841
	7	68.33±44.78	72.56±34.66	4.23	
	F	5.997*	3.187		
FC	1	46.31±34.24	49.33±13.09	3.02	
	4	42.55±23.88	48.39±33.21	5.84	6.143*
	7	39.71±19.78	46.91±34.88	7.20*	
	F	4.891*	1.349		

Values are Mean±SD \* :  $p < .05$

승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)



에 이닝별로 모두 증가는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 요측수근굴근을 살펴보면, 트레이닝 전, 후 이닝에 따른 수치는 트레이닝 전에서 1이닝 46.31%에서 7이닝 39.71%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고, 트레이닝 후에는 이닝에 따라 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 7이닝에서는 트레이닝 전 39.71%에서 트레이닝 후 46.91%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났으며, 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용도 유의( $p < .05$ )차가 있는 것으로 나타났다. 위의 결과를 살펴보면 우선 대부분의 근육에서 트레이닝 전에는 이닝에 따라 유의한 감소를 보였고, 트레이닝 후에는 모든 근육에서 감소가 없는 것으로 나타나 트레이닝의 효과가 나타난 것으로 보인다. 6개의 구간에서 이닝에 따른 제일 많은 근육의 유의한 감소를 나타낸 것으로 나타났는데, 이러한 결과로 봤을 때 암 코킹 구간이 투구 밸런스와 관련이 있을 것으로 보이며, 곧 트레이닝의 효과로 트레이닝 후에는 모든 구간에서 유의한 감소가 없는 것으로 나타나 암 코킹구간에서 주는 근 피로를 해소시켜 그 다음 구간의 동작수행에 많은 긍정적인 역할을 해주는 것으로 생각된다.

#### 4. 암 엑셀러레이션(Arm acceleration) 구간

암 엑셀러레이션 구간에서의 평균 적분 근전도 값은 <표 8>과 같다. 승모근과 상완 삼두근을 살펴보면 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도값은 승모근에서는 1이닝 67.99%에서 7이닝 59.31%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났으며 상완 삼두근에서도 1이닝 89.01%에서 7이닝 79.41%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났다. 두 부위 모두 트레이닝 후 이닝에 따른 근전도값의 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 트레이닝 전, 후에 따른 이닝별 변화는 1이닝과 4이닝에서는 증가는 있었지만 유의차는 없었고, 7이닝에서는 트레이닝 전 59.31%에서 트레이닝 후 68.22%로 유의( $p < .05$ )하게 증가된 것으로 나타났다. 삼각근에서는 트레이닝 전, 후에 따른 이닝별 근전도값의 변화에서 7이닝에서 트레이닝 전 31.67%에서 트레이닝 후 36.99%로 유의( $p < .05$ )한 증가가 나타났다.

광배근에서는 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도값의 변화에서 1이닝 87.24%에서 7이닝 79.66%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났다. 요측수근신근과 요측수근굴근에서는 두 부위에서 모두 트레이닝 전 이닝에 따른 변화에서 요측수근신근은 1이닝 55.13%에서 7이닝 46.99%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났고, 요측수근굴근도 1이닝 120.58%에서 7이닝 106.39%로 유의( $p < .05$ )하게 감소된 것으로 나타났다.

표 8. 암 엑셀러레이션 구간의 근전도 변화 (%MMC)

Variable	Inning	Baseline	8 weeks	diff	F
TP	1	67.99±34.78	70.32±39.45	2.33	2.901
	4	65.38±39.19	69.33±54.01	3.95	
	7	59.31±24.64	68.22±56.99	8.91*	
	F	7.812*	0.121		
TR	1	89.04±48.22	91.45±66.71	2.41	6.591*
	4	85.88±23.16	90.44±88.43	4.56	
	7	78.41±55.91	88.55±34.81	10.14*	
	F	4.719*	2.334		
DE	1	34.89±22.81	38.70±44.81	3.81	2.875
	4	32.71±34.88	37.09±23.88	4.38	
	7	31.67±18.77	36.99±22.76	5.32*	
	F	2.334	1.901		
LD	1	87.24±55.09	89.41±43.88	2.17	1.087
	4	85.77±23.45	87.39±44.90	1.62	
	7	79.66±44.59	84.16±32.31	4.50	
	F	4.789*	3.331		
BI	1	20.31±19.44	22.99±15.03	2.68	0.189
	4	19.67±12.71	21.88±15.19	2.21	
	7	17.33±16.49	20.49±18.54	3.16	
	F	1.774	0.998		
PM	1	54.18±44.91	55.69±13.78	1.51	1.001
	4	53.88±43.78	54.99±28.19	1.11	
	7	51.67±22.64	54.18±28.88	2.51	
	F	0.881	0.445		
EC	1	55.13±43.88	57.98±13.33	2.85	4.998
	4	52.77±34.18	55.49±43.59	2.72	
	7	46.99±32.17	54.81±43.81	7.82*	
	F	6.331*	2.440		
FC	1	120.58±65.33	128.41±77.96	7.83	7.883*
	4	117.77±34.55	124.21±24.55	6.44	
	7	106.39±45.31	123.78±88.21	17.39**	
	F	6.591*	3.229		

Values are Mean±SD \* :  $p < .05$ , \*\* :  $p < .01$   
 승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)

요측수근신근은 또한 트레이닝 전, 후 이닝 간 근전도값의 변화에서 7이닝에서 트레이닝 전 46.99%에서 트레이닝 후 54.81%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났으며, 요측수근굴근에서도 트레이닝 전 106.39%에서 트레이닝 후 123.78%로 유의(p<.01)하게 증가된 것으로 나타났다. 그리고 요측수근신근에서는 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용은 유의차 없는 것으로 나타났고, 요측수근굴근에서는 유의(p<.05)한 차이가 있는 것으로 나타났다. Werner, Fleisig, Dillman과 Andrews(1993)는 투구 단계 중 코킹구간에서 가속구간으로 바뀌면서 최대로 외회전 되었을 때의 내회전력은 111Nm가 발생한다고 보고하였으며, 이러한 회전력과 압박력은 골격이 비성숙된 상태에서 뼈와 연부조직에 변화를 유발시키는 것으로 보고하였다. 투구의 6개의 구간 중 대부분의 근육에서 제일 높은 근전도치를 보여주고 있는 암 엑셀러레이션 구간은 선행연구에서 살펴본 바와 같이 선수들이 입는 부상의 위험을 가장 많이 보여주는 구간이라 생각된다. 특히 요측수근굴근에서는 트레이닝 전, 후의 차이에서 상당한 유의한 차이를 보인 것은 부상과 관련되어서도 긍정적인 요인으로 판단될 수 있겠지만 볼 속도에도 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 또한 Sisto 등(1987)과 Digiovine(1992)의 연구에서 암 엑셀러레이션 구간에서 요측수근굴근에서 최대치가 나왔다고 보고하였고, 이러한 결과는 본 연구와 일치함을 보였다. 암 코킹 구간과 본 구간에서의 결과를 비추어 볼 때 투구 시 주동근의 의존도가 전완의 근육에서 높은 것을 알 수 있었으며, 이러한 근육의 트레이닝이 투구능력의 향상을 가져다 줄 수 있을 것으로 보인다.

### 5. 암 디셀러레이션(Arm deceleration) 구간

암 디셀러레이션 구간에서의 근전도 값은 <표 9>와 같다. 삼각근과 요측수근굴근에서는 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도값에서 먼저 삼각근은 1이닝 59.21%에서 7이닝 48.21%로 유의(p<.05)하게 감소된 것으로 나타났고, 요측수근굴근에서도 1이닝 77.81%에서 7이닝 65.31%로 유의(p<.05)하게 감소된 것으로 나타났다. 또한 트레이닝 전, 후 이닝별 근전도값의 변화 중 7이

닝에서 삼각근은 트레이닝 전 48.21%에서 트레이닝 후 53.48%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났으며, 요측수근굴근도 같은 변인에서 트레이닝 전 65.31%에서 트레이닝 후 74.31%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났다. 나머지 변인들에서도 증가와 감소는 있었지만 유의차는 없었고, 두 부위에서 모두 트레이닝 전, 후 이닝 간 상호작용에서는 유의(p<.05)한 차이가 있는 것으로 나타났다. 광배근과 요측수근신근에서는

표 9. 암 디셀러레이션 구간의 근전도 변화 (%MVIC)

Variable	Inning	Baseline	8 weeks	diff	F
TP	1	52.44±44.23	54.88±34.55	2.44	2.881
	4	51.27±34.81	54.31±44.91	3.04	
	7	48.87±33.27	52.47±45.00	3.60	
	F	2.303	1.228		
TR	1	53.22±21.14	56.41±34.99	3.19	1.009
	4	52.18±43.67	55.69±54.59	3.51	
	7	48.33±34.18	53.48±32.68	5.15	
	F	3.801	3.441		
DE	1	59.21±33.51	61.44±41.65	2.23	4.781*
	4	57.33±46.88	60.93±44.51	3.60	
	7	48.21±38.91	59.41±19.09	11.20*	
	F	6.331*	2.002		
LD	1	58.34±45.91	60.77±56.31	2.43	4.112
	4	56.33±56.12	59.61±49.88	3.28	
	7	47.84±44.68	57.81±34.91	9.97*	
	F	4.992*	2.331		
BI	1g	43.21±12.57	46.95±33.01	3.74	2.775
	4g	41.67±39.74	45.38±17.51	3.71	
	7	39.77±22.77	43.90±33.84	4.13	
	F	3.445	1.008		
PM	1	27.48±22.76	29.55±19.06	2.07	0.945
	4	25.47±19.42	27.31±22.74	1.84	
	7	22.79±20.01	26.33±16.63	3.54	
	F	4.111	1.261		
EC	1	42.66±33.89	45.91±18.56	3.25	3.012
	4	39.41±19.34	43.18±33.25	3.77	
	7	32.27±20.03	41.22±12.43	8.95*	
	F	6.334*	2.391		
FC	1	77.81±54.88	79.22±34.65	1.41	8.991*
	4	73.19±34.02	77.12±66.80	3.93	
	7	65.31±21.78	74.31±46.66	9.00*	
	F	8.221*	3.449		

Values are Mean±SD \* : p<.05  
 승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)

두 부위 모두 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도값의 변화에서 광배근은 1이닝 58.34%에서 7이닝 47.84%로 유의(p<.05)한 감소가 있었으며, 요측수근신근에서도 1이닝 42.66%에서 7이닝 32.27%로 유의(p<.05)하게 감소된 것으로 나타났다. 또한 트레이닝 전, 후 이닝별 근전도값은 광배근이 7이닝에서 트레이닝 전 47.84%에서 트레이닝 후 57.81%로 유의(p<.05)하게 증가 되었고, 요측수근신근에서도 트레이닝 전 65.31%에서 트레이닝 후 74.31%로 유의(p<.05)하게 증가되었다. 이 구간은 공이 손에서 떠난 단계로서 대부분의 근육에서 그 활성도가 이전 단계보다는 많이 그 수치가 감소되는 것으로 나타났다. 주목할 만한 부분은 삼각근과 광배근, 요측수근신근과 굴근에서 트레이닝 전에는 모두 유의한 감소를 보였고, 트레이닝 후에는 모두 유의하게 감소하지 않게 나타났으며, 이 모두 7이닝에서 트레이닝 전, 후에 유의한 차이를 나타낸 것은 곧 트레이닝의 효과가 트레이닝 전에 많은 감소를 보인 근육들이 모두 트레이닝의 긍정적인 효과로 이어진 것은 탄성밴드운동과 같은 essentric 요소의 운동이 이 구간의 동작과 연계하여 판단해 봤을 때 삼각근, 광배근에 나타날 근피로의 해소에 많은 도움을 주는 것으로 생각된다.

6. 팔로 스로우(Follow-through) 구간

마지막 국면인 팔로 스로우 구간의 결과는 <표 10>과 같다. 먼저 삼각근에서는 트레이닝 전, 후 이닝별 근전도값 중 7이닝에서 트레이닝 전 12.70%에서 트레이닝 후 17.54%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났으며 다른 모든 변인들에서는 증가와 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용도 유의차가 없는 것으로 나타났다. 대흉근의 경우에는 트레이닝 전, 후 이닝별 근전도값 중 7이닝에서 트레이닝 전 24.32%에서 트레이닝 후 32.19%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났으며 다른 모든 변인들에게서 증가와 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타났다. 그리고 트레이닝 전, 후에 따른 이닝 간 상호작용도 유의차가 없는 것으로 나타났다. 끝으로 요측수근굴근에서는 먼저 트레이닝 전 이닝에 따른 근전도값의 변화에서 1이

닝 34.99%에서 7이닝 26.33%로 유의(p<.05)하게 감소된 것으로 나타났으며, 트레이닝 전, 후 이닝별 수치에서는 1이닝과 4이닝에서는 증가는 있었지만 유의차는 없었고, 반면 7이닝에서는 트레이닝 전 26.33%에서 트레이닝 후 33.81%로 유의(p<.05)하게 증가된 것으로 나타났다. 또한 트레이닝 전, 후 이닝 간 상호작용도 유의(p<.05)차가 있는 것으로 나타났다. 이 구간에서는 모든 근육의 근전도치가 앞선 구간보다 작게 나타났으

표 10. 팔로-스루 구간의 근전도 변화 (%MMC)

Variable	Inning	Baseline	8weeks	diff	F
TP	1	14.21±10.31	15.33±9.43	1.12	0.001
	4	13.89±12.66	14.44±7.66	0.55	
	7	13.99±12.78	13.65±10.34	0.34	
	F	0.098	1.223		
TR	1	21.56±18.01	24.97±19.40	3.41	1.887
	4	20.28±19.90	23.91±22.01	3.63	
	7	19.43±10.77	22.41±19.43	2.98	
	F	1.876	3.515		
DE	1	15.49±9.08	18.88±20.41	3.39	3.112
	4	13.72±12.88	17.41±10.75	3.69	
	7	12.70±10.44	17.54±15.65	4.84*	
	F	3.549	0.545		
LD	1	23.88±12.99	26.09±8.43	2.21	1.889
	4	22.08±9.21	24.90±12.00	2.82	
	7	20.88±10.32	22.01±9.44	1.13	
	F	2.110	3.229		
BI	1	15.77±10.54	17.33±12.43	1.56	0.117
	4	14.21±9.43	17.12±12.99	2.91	
	7	12.44±10.09	15.41±9.99	2.97	
	F	3.221	3.480		
PM	1	30.01±28.77	34.08±12.91	4.07	3.109
	4	28.56±11.99	33.89±23.69	5.33	
	7	24.32±21.55	32.19±10.01	7.87*	
	F	3.101	1.223		
EC	1	23.71±9.91	25.77±21.80	2.06	1.654
	4	21.88±12.45	23.80±10.41	1.92	
	7	19.48±14.55	22.91±9.44	3.43	
	F	2.441	3.895		
FC	1	34.99±22.09	36.88±13.90	1.89	5.719*
	4	32.61±10.66	34.99±22.80	2.38	
	7	26.33±9.38	33.81±10.08	7.48*	
	F	5.332*	2.110		

Values are Mean±SD \* : p<.05  
 승모근(TP), 상완삼두근(TR), 삼각근(DE), 광배근(LD), 상완이두근(BI), 대흉근(PM), 요측수근신근(EC), 요측수근굴근(FC)

며, 이닝에 따른 감소폭도 가장 작은 것으로 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

야구투수들에 대한 탄성저항 운동과 필라테스 운동이 EMG에 미치는 영향을 알아보기 위해 주5회 8주간 트레이닝을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 피칭 시 EMG에서 트레이닝전보다 트레이닝 후에 상지 주동근 7개 부위에서 근전도치가 유의하게 증가된 것으로 나타났으며, 이닝에 따른 트레이닝 전, 후의 차이에서도 트레이닝 전에서는 투구 수가 증가함에 따라 근전도치가 유의하게 감소하였으나 트레이닝 후에는 감소는 있었지만 유의차는 없는 것으로 나타나 트레이닝의 효과가 있는 것으로 나타났다. 이상과 같이 8주간의 탄성저항운동과 필라테스 운동은 투구 시 EMG 활성도를 높게 하는 결과를 가져와 투수의 투구능력을 향상시킨 것으로 나타났으며, 본 연구에서는 직구의 구질만 가지고 연구하였으나 향후 변화구와 관련된 연구도 필요할 것으로 생각되고, 특히 상지와 하지에 걸친 전면적인 근육의 활성도까지도 살펴볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 김용권, 한경진, 박진영 & Ajai(2007). 야구 선수의 연령별 관절운동범위 변화 연구. **대한스포츠의학회지**, 25(1):45~52
- 김현수, 김남정(2003). 고무밴드운동이 뇌졸중환자의 일상활동체력에 미치는 효과. **한국체육학회지**, 42(5):649-655.
- 박일봉(2005). 12주 필라테스 매트 운동이 중년여성들의 골밀도, 등속성 근력 및 호흡순환기능에 미치는 영향. **한국체육학회 학술발표회집** 177.
- 배원한(1993). 야구투구의 속도와 계구력에 영향을 미치는 운동학적인 요인에 관한 연구. 미발행 박사학위 논문, 경북대학교.
- 신화경, 조상현, 차광석(2003). 12주 근력강화훈련 동안 표면근전도 신호의 특성. **한국전문물리치료학회지**, 10(1):12-29.
- 원정희(2003). 신체단련 필라티즈 방법론. **한국무용교육학회 학술심포지엄 10주년 자료집**. 697-705.
- 윤정현(1995). 야구선수들의 무산소 파워와 피칭속도와 의 관계. **한국체육학회지**, 34(3):270-275.
- 임영태(2005). 프리-웨이트와 탄성밴드 운동기구를 이용한 상완이두근 커얼 동작 시 상지근육의 근활 동치 비교분석. **한국체육학회지**, 44(2):363-371.
- 홍순미, 양점홍, 이명수(2002). 5주간 Pilates 매트운동이 중년여성의 건강에 관련된 체력에 미치는 영향. **부산대학교 체육과학연구소 논문집**, 18:125-132.
- Carson, W. G.(1989). Rehabilitation of the Throwing Shoulder. *Clinics in Sports Medicine* 8(4):657-689.
- Cram, J. R., Kasman, G. S., & Holtz, J.(1988). Introduction to Surface Electromyography. *Gaithersburg*. An Aspen Pub.
- DiGiovine, N. M.(1992). An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder elbow Surg* 1(1):15.
- Dillman, C. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R.(1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* 18:402.
- Glusman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes, D., & Perry, J.(1988). Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone & joint Surgery* 70(2):220-226.
- Gowan, I. D., Jobe, F. W., Tibone, J. E., Perry, J., & Moynes, D. R.(1987). A Comparative eletromyographic analysis of the shoulder during pitching. Professional versus amateur pitchers. *J Sports Med* 15(6):586-590.
- Hans, R. W.(1991). The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients

- with idiopathic scoliosis. *Spine*, 16:88-93.
- Hintermeister, R. A., Lange, G. W., Schultheis, J. M., Bey M. J., & Hawkins R. J.(1998). Electromyographic Activity and Applied Load During Shoulder Rehabilitation Exercises Using Elastic Resistance. *American Journal of Sports Medicine* 26(2):210-220.
- Jobe, F. W., Tibone, J. E., Perry, J., & Moynes, D. R.(1984). An EMG analysis of the shoulder in pitching:A second report. *Am J Sports Med* 12(3):218.
- Page, P. A., Lamberth, J., Abadie, B., Boing, R., Collins R., & Linton R.(1993). Posterior Rotator Cuff Strengthening Using Thera-Band in a Functional Diagonal Pattern in Collegiate Baseball Pitchers. *Journal of Athletic Training* 28(4):346-354.
- Pedegana, L. R., Elsner, R. C., Robers, D., Lang, J., & Farewell, V.(1982). The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *Am J Sports Med*, 10:352-354.
- Potteiger, J. A., Blessing, D. L., & Wilson, G. D.(1989). Relationship between pitching velocity, anaerobic power and lean body mass(abstract). *J Appl. Sports Sci. Res.* 133:74.
- Siler, B.(2000). *The Pilates Body*. Broadway Books, New York, NY.
- Sisto, D. J., Jobe, F. W., Moynes, D. R., & Antonelli, D. J.(1987). An electromyographic analysis of the elbow in pitching. *J Sports Med* 15(3):260-263.
- Stodden, D. F., Fleisig, G. S., Mclean, S. P. Lyman, S. L., & Andrews J. R.(2001). Relationship of Pelvis and Upper Torso Kinetics to Pitched Baseball Velocity. *Journal of Applied Biomechanics*, 17:164-172.
- Staedman, J. P., & Sterett, W. L.(1995). The Surgical treatment of Knee injuries. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27:328-333.
- Tomoyuki, Matsuo, Rafael, F. E., Fleisig, G. S., Steven, W. B., & James R. A.(2001). Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. *Journal of Applied biomechanics* 17:1-13.
- U.S. Department of Health and Human Service(1992). *Selected topics in surface electrography for use in the occupational setting: expect perspectives*.
- Werner, S. L., Fleisig G. S., Dillman C. J., & Andrews J. R.(1993). Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *J Sports Phys Ther*, 17:274-278.

투 고 일 : 10월 31일

심 사 일 : 11월 6일

심사완료일 : 12월 14일