

## Plyometric training이 하지 슬관절과 족관절의 등속성 총 일량에 미치는 영향

문영래 · 이경일\* · 박성용

조선대학교의과대학정형외과학교실, 조선대학교체육대학 체육학부\*

목적: 플라이오메트릭 훈련이 하지 슬관절의 굴곡과 신전, 족관절의 배측굴곡과 족저굴곡의 등속성 총일량에 미치는 영향의 정도를 알아보며 이 훈련법의 효과검증을 위해서 시도되었다.

대상 및 방법: 선택된 플라이오메트릭 훈련 방식은 7가지로 pike jump, double leg hop, double leg bound, single leg hop, stride jump cross over, alternate leg bound, box jump로 구성되었다. 연구대상자는 20~22세 사이의 대학생으로, 훈련 시행군(N=5), 대조군(N=4)으로 8주간 시행하고 훈련 전후 등속성 장비를 이용하여 슬관절과 족관절의 등속성 총일량을 측정하였다.

결과: 플라이오메트릭 훈련을 시행한 군에서 높은 각속도의 슬관절과 족관절 운동의 총일량이 대조군에 비하여 증가하였다 ( $p < 0.05$ ).

결론: 결과적으로 플라이오메트릭 훈련은 하지 슬관절과 족관절의 등속성 총일량에 부분적으로 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, 더 나아가 운동수행에도 영향을 미칠 수 있는 것을 의미한다.

색인단어: 플라이오메트릭, 슬관절, 족관절

### 서 론

플라이오메트릭 훈련 방식은 선수들의 경기력 향상을 위해 도입되었으며 또한 스포츠 손상 환자에서 실시되는 재활의 최종 단계로서 원래의 경기 활동 복귀 전에 시도되는 운동 방식 중 하나이다.

본 연구는 하지의 슬관절과 족관절에 굴곡과 신전력에 영향을 미치는 것으로 알려진 플라이오메트릭 훈련을 반복적으로 시행함으로써 등속성 총일량에 미치는 영향의 정도를 알아보고 플라이오메트릭 트레이닝의 효과를 검증하는데 연구의 목적이 있다.

### 연구방법

본 연구에 참여한 대상자는 총 9명으로 남자 대학생으로,

신체적으로 이상이 없고 운동 선수의 경험이 없는 학생을 무선 표집 하여 플라이오메트릭 훈련 시행군 5명, 대조군 4명을 선정하였다.

플라이오메트릭 훈련 시행군에 대하여 8주간의 훈련을 실시하였으며, 이때 실시한 훈련 방법은 두 발을 모아 점프를 하며 점프시에 두 손이 두 발 끝에 닿는 동작인 pike jump(Fig. 1-A), 40 cm 높이의 상자를 일정한 간격으로 배열을 하고 그 위를 뛰어 넘거나 혹은 상자 위로 뛰어 오른 직후 바로 바닥으로 뛰어 내리는 box jump(Fig. 1-B), 전진하며 한발씩 교대로 점프를 하는 동작인 alternate leg bound(Fig. 1-C), 하프 스쿼트의 스탠드 자세에서 몸을 완전히 편상태로 전진하며 점프하는 double leg bound, 하프 스쿼트의 스탠드 자세에서 슬부를 최대한 가슴 쪽으로 도달하게 하여 전진하며 점프하는 double leg speed hop(Fig. 2-A), 제자리에서 최대한 높이 점프하며 한발씩 교대로 바닥에 닿도록 하는 동작인 single leg hop(Fig. 2-B), 40~50 cm 높이 벤치에서 한발씩 바닥에 대고 교대로 점프 하는 동작인 stride jump crossover 이상 8가지를 시행하였다. 운동의 빈도는 주당 2회 1시간 동안 운동을 실시하였다. 준비·정리운동은 스트레칭 각 15분, 본 운동은 플라이오메트릭 훈련 30분으로 설정하였으며 부하량은 4주 후에 운동강도를 3세트에서 5세트로 증가시켰다.

대조군에 4명에 대해서는 교과 수업 외의 적극적인 운동 연습만을 통제하였다. 등속성 장비를 이용하여 각 군별 슬관절

통신저자: 문 영 래

광주시 동구 서석동 588

조선대학교병원정형외과학교실

TEL: 062) 220-3140 FAX: 062) 226-3379

E-mail: orthoped@hitel.net

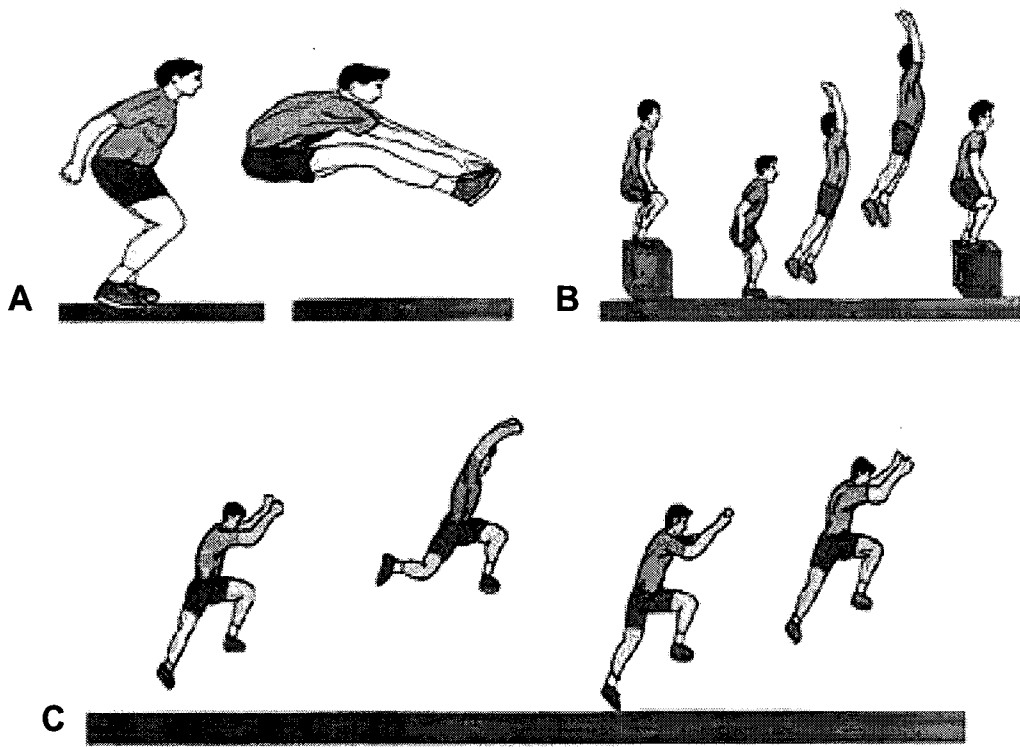


Fig. 1. Plyometric exercise A: Pike jump. B: Box jump. C: alternate leg bound

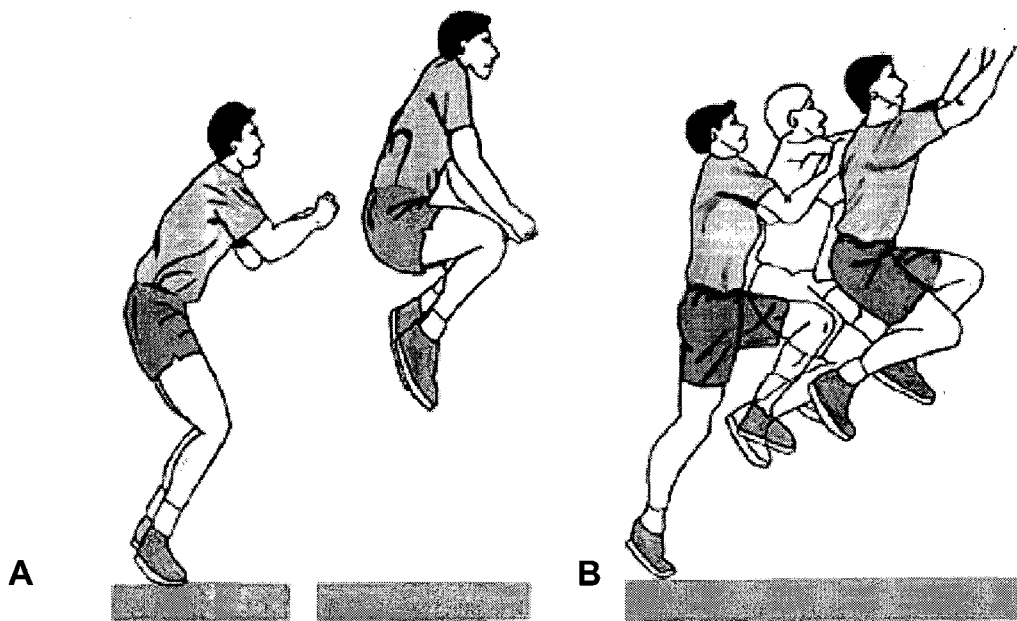


Fig. 2. Plyometric exercise A: Double leg hop. B: Single leg hop

과 족관절의 등속성 총 일량을 처치 전에 측정하였고, 처치 8 주 후 재측정을 한 후 결과를 분석하였다.

또한, 대조군은 8주의 기간동안 아무런 훈련 없이 일상 생활만을 하도록 유도하였다

슬관절과 족관절의 등속성 총일량을 측정하기 위하여 등속성 장비(Cybex 6000, USA)를 이용하였다<sup>2)</sup>. 측정전의 실험실 온도는 18~22°C를 유지하였으며 사전에 등속성 장비의 영점 조정을 해두었으며 실험전에 피검자들에 준비운동을 충분히 시켜 본 실험을 하기 위한 준비를 하였다.

① 슬관절 등속성 총일량: 앉은 자세에서 대퇴를 고정시키고 슬관절의 신전각도에서 굴곡의 각도를 90°로 맞추었으며 슬관절은 다이나모메터 회전축과 일치시켰다. 신전 및 굴곡 운동시 외력의 힘이 작용하지 않도록 고정띠를 이용하여 가슴, 대퇴, 복부부위를 고정시키고 힘점인 레버 얹은 족관절 부위에서 2cm정도 위인 지점에 묶어 신전 및 굴곡 운동을 하도록 하였다. 무릎의 굴곡과 신전을 정상적인 관절가동범위의 측정 후 60°/sec, 180°/sec를 적용하여 각 3회 실시하여 그 평균값을 피검자의 측정값으로 하였다.

② 족관절 등속성 총일량: 엎드린 자세에서 발목은 다이나모메터의 회전축과 일치시켜 굴곡 시키고 족저 굴곡과 배측 굴곡을 정상 관절가동범위 측정 후 30°/sec, 120°/sec에서 각 3회 실시하여 그 평균값을 피검자의 측정값으로 하였다.

각 군간의 차이를 검증하기 위하여 wilcoxon rank test를 실시하였고, 통계적 유의수준은 p<0.05로 하였다.

## 결 과

### 1. 슬관절 총일량

① 각속도 60°/sec에서 좌측 슬관절의 굴곡과 신전의 등속성 총일량이 훈련 시행군에서는 점진적인 향상은 있었지만 그 향상의 정도가 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 (P<0.05). 대조군에서는 굴곡은 감소하는 경향을 보였지만 신전에서는 오히려 증가하는 결과를 가져왔다(Table 1).

② 좌측 슬관절 각속도 180°/sec에서 좌측 슬관절의 등속성 총일량은 굴곡에서 플라이오메트릭 훈련 시행군에서 통계적으로 유의한 차이가 보였으며, 신전 총일량의 경우 오히려 감소되는 경향을 보였다.

또한 우측 슬관절의 굴곡과 신전에서 등속성 총일량은 플라이오메트릭 훈련 시행군에서는 점진적인 향상은 있었지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 대조군에서는 굴곡과 신전 모두에서 등속성 총일량의 감소가 나타났다 (Table 2).

### 2. 족관절

각속도 30°/sec의 좌측 족관절 배측굴곡시 8주 훈련후의 차이는 -0.2joul, 족저굴곡시는 -8.4jou로 나타났으며 우측 족관절 배측굴곡시 8주 훈련후의 차이는 2.8 joul, 족저굴곡시

Table 1. Total knee work at 60°/sec

Group	Side	Flexion work (J)		Extension work (J)	
		Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
Exercisers Controls	Left	147.20± 40.33	155.20± 45.3	246.00± 39.67	248.60± 54.42
		187.00± 56.14	183.00± 43.41	216.50± 45.31	230.75± 49.48
Exercisers Controls	Right	154.00± 43.08	166.20± 50.49	234.40± 28.95	244.20± 64.33
		189.00± 36.98	179.25± 37.57	238.25± 57.06	216.75± 55.36

Pre-T: pretraining; Post-T: posttraining; J: Joul. wilcoxon rank test \*P<0.05

Table 2. Total knee work at 180°/sec

Group	Side	Flexion work (J)		Extension work (J)	
		Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
Exercisers Controls	Left	108.40± 37.69*	118.80± 32.69*	178.60± 41.05	173.60± 51.66
		127.75± 22.61	135.00± 30.84	159.50± 32.39	169.50± 33.92
Exercisers Controls	Right	113.40± 38.66	119.60± 30.50	167.80± 40.07	174.60± 44.03
		140.00± 16.87	125.75± 26.73	172.50± 46.47	160.25± 52.30

Pre-T : pretraining; Post-T: posttraining; J: Joul. wilcoxon rank test \*P<0.05

**Table 3.** Total ankle work at 30° /sec

Group	Side	Dorsiflexion work (J)		Plantar flexion work (J)	
		Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
Exercisers	Left	24.40± 2.07	24.20± 5.58	74.80± 14.92	83.20± 19.71
Controls		26.50± 5.80*	29.25± 5.12*	78.25± 29.68	85.25± 19.63
Exercisers	Right	24.80± 3.03	27.60± 2.88	81.40± 11.08	86.60± 15.19
Controls		27.25± 5.50	29.25± 5.73	86.50± 21.56	98.25± 14.08

Pre-T : pretraining; Post-T: posttraining; J: Joul. wilcoxon rank test \*P<0.05

**Table 4.** Total ankle work at 120° /sec

Group	Side	Dorsiflexion work (J)		Plantar flexion work (J)	
		Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
Exercisers	Left	16.4± 1.7	15.0± 3.8	41.0± 10.4	45.0± 12.9
Controls		19.0± 3.8	20.0± 3.6	45.3± 20.9	51.3± 12.8
Exercisers	Right	16.80± 2.49*	19.00± 3.00*	50.20± 5.76*	53.60± 10.11*
Controls		18.3± 4.6	21.3± 3.7	54.8± 13.3	59.5± 11.2

Pre-T : pretraining; Post-T: posttraining; J: Joul. wilcoxon rank test \*P<0.05

는 5.2 joul로 나타났다. 반면 대조군은 좌측 족관절 배측굴곡시 8주 후의 차이는 2.75 joul, 족저굴곡시는 7.0 joul로 나타났으며 우측 족관절 배측굴곡시 2.0 joul, 족저굴곡시 11.75 joul로 나타났다. 즉, 각속도 30° /sec에서 족관절에서의 배측굴곡과 족저굴곡에서의 등속성 총일량은 훈련 시행군에서 배측굴곡에서는 차이가 거의 나타나지 않았다(Table 3).

각속도 120° /sec의 좌측 족관절 배측굴곡시 8주훈련후의 차이는 -1.4 joul, 족저굴곡시는 4.0 joul로 나타났으며 우측 족관절 배측굴곡시 8주 훈련후의 차이는 2.2 joul, 족저굴곡시는 2.4 joul로 나타났다. 반면 대조군은 좌측 족관절 배측굴곡시 8주 후의 차이는 1.0 joul, 족저굴곡시는 5.96 joul로 나타났으며 우측 족관절 배측굴곡시 3.0 joul, 족저굴곡시 4.75 joul로 나타났다. 각속도 120° /sec에서 우측 족관절에서의 배측 굴곡과 족저 굴곡에서 등속성 총일량이 훈련 시행군에서 배측 굴곡시 총일량이 증가하며 통계학적 의의를 관찰할 수 있었다(Table 4).

### 고 찰

운동 선수가 근골격계에 손상을 받은 후 다시 복귀하기 위해서는 강도높고 능동적인 재활 운동요법을 실시하는 것은 필수적인 것이다<sup>3)</sup>. 손상받은 선수의 근력을 원상태로 복귀시키기 위해서는 재활의 마지막 단계에서 최대 저항을 주는 운동요법을 시행하는데 그 한 방법으로 시도되는 방식이 플라이오

메트릭 훈련 방식이다<sup>4,9)</sup>. 또한 현재까지 스포츠 현장에서 운동 수행능력 개선이나 기초체력 증강을 위해, 고안된 트레이닝 방법은 수없이 많지만 그 중에서도 플라이오메트릭 훈련법은 특히 각근력과 이동 속도가 동시에 개선되는데 탁월한 효과를 보이는 트레이닝 방법으로서 보고되고 있다<sup>6,8)</sup>. 이는 근육이 단축성 수축을 하기 전에 신장성 수축을 이행함으로써 운동 수행 능력에 더욱 효과를 준다는 것으로, 근육을 빠르게 신장시킬수록 더 큰 장력을 발휘한다는데 기초를 둔 것이다<sup>8,9)</sup>. 또한 이러한 훈련은 스포츠 선진국에서 많이 사용하고 있었으며 순발력 향상에 높은 성과를 이룩하고 있다고 보고되고 있으며<sup>10-12</sup> Nicolla 등<sup>13)</sup>은 플라이오메트릭 훈련과 전기 자극 치료를 동시에 시행함으로써 수직 도약력을 향상 시킬수 있다고 보고하고 있다.

플라이오메트릭 훈련 방법의 효과검증에 있어서 플라이오메트릭 훈련이 도약력에 있어 우수한 효과를 가져온다는 연구가 많이 보고되어 왔으며, 더불어 플라이오메트릭 훈련에 대한 많은 연구가 박스의 높이, 훈련강도, 빈도, 그리고 기간 등의 최적 조건 선정을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다<sup>3,14,15)</sup>. 그러나 플라이오메트릭 훈련에 대한 많은 연구가 이루어져 왔음에도 불구하고 연구 결과에 있어서 일치를 보이고 있지 못한 실정이다.

최근 많은 연구에서 플라이오메트릭 훈련 단독 방식에 대한 의문을 제기하고 있으며 weight training이나<sup>6,18)</sup> 전기 자극요법을 병용함으로써 효과를 높이는 방식들이 보고되고 있다.

본 연구의 경우 결과에서 나타난 바와 같이 플라이오메트릭

훈련 단독 시행이 하지의 슬관절과 족관절의 등속성 총일량은 선행연구에서 제시된 바와 같은 결과를 얻지 못했으며 높은 각속도에서 검사한 경우 통계학적 의의가 있을 정도로 총일량의 증가를 보였다.

이렇듯 많은 선행연구에서는 플라이오메트릭 훈련이 우수한 결과를 나타낸다는 연구 결과가 있지만 본 연구자의 실험결과와 자료 분석에서는 선행 연구와는 다르게 운동의 효과가 크게 없었다는 것을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 훈련 시행군에서 훈련기간과 운동의 강도를 높이고 많은 인원을 대상으로 선정하고 대조군에 대한 운동량 통계를 정확하게 시행하였다면 확실한 결과를 얻을 수 있었을 것으로 사료된다.

## 결 론

플라이오메트릭 훈련이 하지 슬관절과 족관절의 총일량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 남자 대학생 9명을 대상으로 총 8주간 훈련을 실시하였다. 이들에 대하여 슬관절의 굴곡과 신전, 족관절의 배측굴곡과 족저굴곡에 대한 등속성 총일량을 측정된 결과, 플라이오메트릭 훈련이 하지 슬관절과 족관절의 등속성 총일량 중 높은 각속도에서 수행한 경우 향상되는 경향을 보였다.

그러나 연구 결과를 일반화 하기에는 미비하며, 연구 대상과 훈련법의 미숙등을 보완하여 추후 연구가 필요하며, 보다 체계적이고 세부적인 훈련 프로그램의 연구를 통해 여전히 상반되고 있는 플라이오메트릭 훈련에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Aquino Mde A, Leme LE, Amatuzzi MM, Greve JM, Terreri AS, Andrusaitis FR, and Nardelli JC: *Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 57:131-134, 2002.
2. Charteris J: *Effects of velocity on upper to lower extremity muscular work and power output ratios of intercollegiate athletes. Br J Sports Med*, 33:250-254, 1999.
3. Kraemer WJ, Mazzetti SA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Bush JA, Marx JO, Dohi K, Gomez AL, Miles M, Fleck SJ, Newton RU and Hakkinen K: *Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. Med Sci Sports Exerc*, 33:1011-1025, 2001.
4. McArdle A, Vasilaki A and Jackson M: *Exercise and skeletal muscle ageing: cellular and molecular mechanisms. Ageing Res Rev*, 1:79-93, 2002.
5. McArdle A and Jackson MJ: *Exercise, oxidative stress and ageing. J Anat*, 197 Pt 4:539-541, 2000.
6. Bosco C and Komi PV: *Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 45:209-219, 1980.
7. Komi PV and Bosco C: *Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. Med Sci Sports*, 10:261-265, 1978.
8. Bosco C, Tarkka I and Komi PV: *Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. Int J Sports Med*, 3:137-140, 1982.
9. Bosco C, Viitasalo JT, Komi PV and Luhtanen P: *Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. Acta Physiol Scand*, 114:557-565, 1982.
10. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA and Noyes FR: *Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. Am J Sports Med*, 24:765-773, 1996.
11. Matavulj D, Kukulj M, Ugarkovic D, Tihanyi J and Jaric S: *Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. J Sports Med Phys Fitness*, 41:159-164, 2001.
12. Brown ME, Mayhew JL and Boleach LW: *Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. J Sports Med Phys Fitness*, 26:1-4, 1986.
13. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierro E and Mauro F: *Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. Med Sci Sports Exerc*, 34:1638-1644, 2002.
14. Lees A and Fahmi E: *Optimal drop heights for plyometric training. Ergonomics*, 37:141-148, 1994.
15. Kramer JF, Morrow A and Leger A: *Changes in rowing ergometer, weight lifting, vertical jump and isokinetic performance in response to standard and standard plus plyometric training programs. Int J Sports Med*, 14:449-454, 1993.
16. Ford HT, Jr., Puckett JR, Drummond JP, Sawyer K, Gantt K and Fussell C: *Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. Percept Mot Skills*, 56:919-922, 1983.
17. Wilson GJ, Murphy AJ and Giorgi A: *Weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force*

production. *Can J Appl Physiol*, 21:301-315, 1996.  
18. An JH and Hong WT: *The effect of plyometric training exercise accompanied by weight training by weight train -*

*ing on advancing jumping ability. Korean Sport Research*, 12:143-152, 2001.

= ABSTRACT =

## The Effect of Plyometric Training on The Total Work of Knee and Ankle Joint

Young-Lae Moon, M.D., Kyung -Il Lee, Ph.D.\* , Sung-Yong Park, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University,  
College of Physical Education, Chosun University, Gwangju Korea\**

**Purpose:** To investigate the effects of an 8 weeks of plyometric training on the total work of knee and ankles Joint.

**Methods:** Nine university man aged 20~22 years was divided in 2 group. Exercisers (N=5) performing plyometrics (pike jump, double leg hop, double leg bound, single leg hop, stride jump cross over, alternate leg bound, box jump) for 8 weeks. Controls (N=4) maintained their usual activities. The total work of knee and ankle joint were tested prior to and after the training.

**Results:** Plyometric training resulted in significantly greater in the total work of high speed of knee and ankle motion( $p<0.05$ ).

**Conclusions:** The plyometric training were partially improved the total work of flexion and extension on the ankle joint. Also plyometric training could influence athletic performance.

**Key Words:** Knee, Ankle, Plyometric

Address reprint requests to **Young Lae Moon, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Chosun University Hospital,  
588 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-717, Korea

TEL: 82-62-220-3140, FAX: 82-62-226-3379, E-mail: orthoped@hitel.net