



스포츠상해 예방훈련이 여자고등학교 농구선수들의 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력에 미치는 영향

The Effects of Sports Injury Prevention Training Program on the Ground Reaction Force during the Rebound in Female Highschool Basketball Players

임비오* · 정철수 · 신인식 · 김석범 · 남기정 · 이상우 · 박용현(서울대학교)
Lim, Bee-Oh* · Chung, Chul-Soo · Shin, In-Sik · Kim, Suk-Bum · Nam, Ki-Jung ·
Lee, Sang-Woo · Park, Yong-Hyun(Seoul National University)

국문요약

본 연구는 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련이 농구 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 본 연구에 참가한 연구 대상자는 16~18세 사이의 여자 농구선수 16명이다. 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련을 수행할 실험집단 8명과 스포츠상해 예방훈련을 수행하지 않을 통제집단 8명을 무작위로 나눈 후 훈련 전후에 농구 리바운드 점프 후 착지 시 초기피크(%BW), 최대피크(%BW), 충격량(%BW·sec) 및 부하율(N/sec)을 산출하였다. 본 연구 결과 농구 리바운드 점프 후 착지 시에 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련을 받은 실험집단에서 초기피크 값이 감소하였다. 또한, 실험집단에서 지면반력의 충격량과 부하율이 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이는 8주간의 전방십자인대 손상예방 프로그램이 점프 동작에 필요한 하지의 근신경 조직에 유의한 긍정적 영향을 미쳐 효율적으로 착지한 것으로 판단된다.

ABSTRACT

B. O. LIM, C. S. CHUNG, I. S. SHIN, S. B. KIM, K. J. NAM, S. W. Lee, and Y. H. Park, The Effects of Sports Injury Prevention Training Program on the Ground Reaction Force during the Rebound in Female Highschool Basketball Players. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 18, No. 1, pp. 31-38, 2008. The purpose of this study was to investigate the effects of anterior cruciate ligament (ACL) injury prevention program on the ground reaction force during the rebound in female highschool basketball players. Sixteen highschool female basketball players (ages 16 to 18 years) were participated in this study. Eight of these players participated in a 8-week ACL injury prevention program. Before and After ACL injury prevention program, initial peak value(%BW), maximum peak value(%BW), impulse(%BW·sec), and loading rate(N/sec) were measured in the players. The experiment group after ACL injury prevention program showed significant decreased initial peak value, impulse, and loading rate.

KEYWORDS : ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT, SPORTS INJURY PREVENTION PROGRAM, FEMALE BASKETBALL PLAYERS, GROUND REACTION FORCE

I. 서론

스포츠 상황에서 입게 되는 여자 선수들의 무릎 부상은 전체의 30%를 차지하며, 무릎 부상의 44%는 전방십자인대 상해이다(Meeuwisse et al., 2003).

여자 선수들의 전방십자인대 상해는 최근 30년 동안 대학 선수들은 500%(NCAA, 2002), 고등학교 선수들은 900% 증가하였다(NFHHS, 2002). 특히, 농구 경기에 참가한 여자고등학교 선수 65명 당 1명의 비율로 전방십자인대 상해를 입었으며, 그 중 약 7,000명은 전방십자인대가 파열되었다(NFHHS, 2002).

여자 농구 선수들의 전방십자인대 수술 비율은 70%이며, 남자 선수들에 비하여 5배나 더 높은 수치이다(Chandy & Grana, 1985). 수술비용 또한 막대하게 들어 전방십자인대 상해 환자 한 명당 수술과 재활에 드는 비용이 연간 약 1천 7백만 원에 이르며, 그 중 여자 고등학교 농구선수들의 수술과 재활에 드는 비용만도 연간 1천 2백억 원에 이른다(Hewett et al., 1999). 이 밖에 수술 경비 외에 경기에 참가하지 못해서 받게 되는 심리적인 손실, 장학금 혜택이 줄어들어서 받게 되는 금전적인 손실, 그리고 학교생활과 생활의욕이 저하되어 받게 되는 인력적인 손실도 매우 크다(Ruiz et al., 2002). 아울러 이에 대한 수술 후유증으로 골관절염 진단을 받을 위험이 105배 증가한다(Deacon et al., 1997).

이와 같이 전방십자인대 상해 치료비용과 후유증의 문제로 말미암아 요즘에는 치료와 재활의 관점에서 사전에 부상을 방지하는 상해 기전(mechanism)과 예방의 관점으로 이동하고 있다(Hewett et al., 1999; Soderman et al., 2000; Myklebust et al., 2003).

스포츠 활동 중에 발생하는 전방십자인대 상해의 70%는 경기 중 상대방과 접촉을 통해서 입는 것보다 오히려 점프 후 착지할 때 발생하는 비접촉성 상해이다(Daniel et al., 1994). 상해 원인으로는 방향전환 하기 전의 급격한 감속, 점프 후 잘못된 착지, 방향 조절 실패 등이다(Griffin et al., 2000). 이와 같은 원인으로 인해 여자 농구 선수들의 전방십자인대 상해의 상당부분은 리바운드 할 때 발생한다(Powell & Barber-Foss, 2000).

Ford et al. (2003)은 농구 리바운드 점프 후 잘못된

착지 동작은 발과 지면의 접촉 시 발생하는 충격을 적절히 흡수하지 못해 인체의 근골격계에 과도한 스트레스를 유발시켜 부상을 일으킬 수 있다고 하였다. 또한, 잘못된 착지 동작은 하지관절에 작용하는 부하를 변화시키며 이러한 부하에 의해 하지 근골격계의 부상이 유발되어질 수 있다고 하였다(채원식, 2006; Chae, 2001). 이와 같은 선행연구들에 의하면, 전방십자인대 상해예방 훈련 후에 농구 리바운드 점프 후 착지 시 하지관절에 작용하는 부하는 내·외력의 형태에 직접적 영향을 미칠 것으로 판단된다.

따라서 전방십자인대 상해예방 훈련이 농구 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력의 발생 형태에 어떠한 변화를 유발시키는지 밝혀낸다면 전방십자인대 상해예방 훈련의 효과를 규명하는 데 필요한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 여자농구 선수들의 정규 팀 훈련 중에 실시한 전방십자인대 상해예방훈련이 농구 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력 변인에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 세운 가설은 다음과 같다. 첫째, 전방십자인대 상해예방훈련을 수행한 실험집단 선수들은 농구리바운드 점프 후 착지를 할 때 통제집단과 비교해서 지면반력의 초기피크 값이 감소할 것이다. 둘째, 전방십자인대 상해예방훈련을 수행한 실험집단 선수들은 농구리바운드 점프 후 착지를 할 때 통제집단과 비교해서 최대피크 값이 감소할 것이다. 셋째, 전방십자인대 상해예방훈련을 수행한 실험집단 선수들은 농구리바운드 점프 후 착지를 할 때 통제집단과 비교해서 충격량이 감소할 것이다. 넷째, 전방십자인대 상해예방훈련을 수행한 실험집단 선수들은 농구리바운드 점프 후 착지를 할 때 통제집단과 비교해서 부하율이 감소할 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참가한 연구 대상자는 현재 부상 중이거

나 과거에 부상 경험이 없는 16~18세 사이의 여자 농구선수 16명이다. 정규 훈련 중에 전방십자인대 상해 예방훈련을 수행할 실험집단 8명과 전방십자인대 상해 예방훈련을 수행하지 않을 통제집단 8명을 무작위로 나누었다. 부모, 학교장과 관할 교육청의 실험 참가 동의를 얻어서 본 연구를 수행하였다.

2. 실험도구 및 자료분석 도구

지면반력을 측정하기 위하여 미국 AMTI사 제품인 지면반력기 2대(AMTI ORG-6)를 사용하였다. 지면반력 자료는 초당 1200개(1200Hz)로 수집하였다. 분석은 지면반력 분석 프로그램(KWONGRF 2.0, 비솔)을 사용하였다.

3. 실험설계

본 연구는 여자 고등학교 농구 선수들의 정규 팀 훈련 중에 전방십자인대 상해예방훈련을 수행하여 농구 리바운드 점프 후 착지 시 지면반력 변인이 향상되는지를 살펴보는 것이다. 본 연구의 실험설계모형은 통제집단 사전사후 설계(control group pre-post design)이다.

4. 실험절차

본 연구의 목적을 달성하기 위한 실험 절차는 <그림 1>과 같다.

1) 지면반력의 수집

앞으로 나란히 놓여진 2대의 지면반력기 위해 한 발씩 편안하게 다리를 벌린 다음, 머리 위 천장에 매달린 농구공을 향해 최대로 점프를 한 후 지면반력기 위에 착지하도록 하였다. 점프 순서는 무작위로 하였으며, 3번의 성공한 횟수를 수집하였다.

2) 전방십자인대 상해예방프로그램 실시

전방십자인대 상해예방프로그램은 산타 모니카 정형외과-스포츠의학 연구소에서 의사, 물리치료사, 선수훈련가 등이 전방십자인대 상해를 줄이기 위해서 개발되

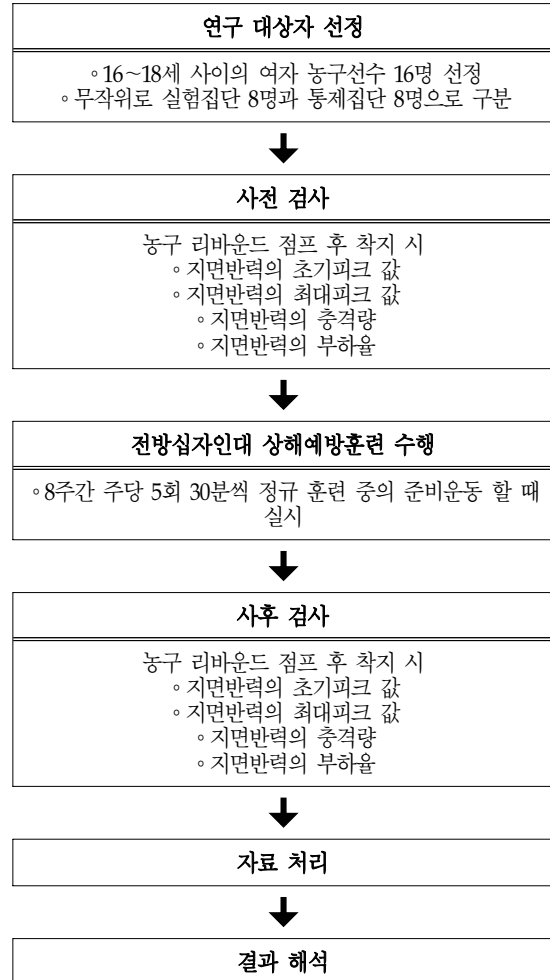


그림 1. 실험 절차

었다(Mandelbaum et al., 2005). 기존의 프로그램은 총 6주간 주당 3회 20분씩 정규 훈련 중의 준비운동을 할 때 실시하도록 개발되었다. 본 연구에서는 우리 현실에 맞도록 종목을 약간 수정하였으며, 훈련의 효과를 극대화하기 위해서 총 8주간 주당 5회 20분씩 실시하였다 <표 1>. 전방십자인대 상해예방 훈련은 준비운동 3가지, 유연성 향상 훈련 6가지, 근력 향상 훈련 5가지, 점프 기술 향상(플라이오메트릭) 훈련 5가지, 민첩성 훈련 3가지, 정리운동 5가지 등, 총 27가지 운동으로 구성되었다. 훈련을 할 때마다 정확한 훈련 방법을 실험집단 선수들에게 알려 주었다. 시범 후에 실험집단 선수들은 전방십자인대 상해예방훈련을 약 20분간 실시

표 1. 전방십자인대 상해예방 프로그램

운동	반복 횟수
1. 준비 운동	
조깅 (jogging)	0~0.5분
옆으로 뛰기 (side shuffling)	0.5~1.0분
뒤로 뛰기 (backpedaling)	1.0~1.5분
2. 유연성 향상 훈련	
대퇴사두근 스트레칭	2회 × 30초 (1.5~2.5분)
엉덩굴곡근 스트레칭	2회 × 30초 (2.5~3.5분)
무릎굴곡근 스트레칭	2회 × 30초 (3.5~4.5분)
엉덩회전근 스트레칭	2회 × 30초 (4.5~5.5분)
대퇴안쪽근 스트레칭	2회 × 30초 (5.5~6.5분)
종아리근 스트레칭	2회 × 30초 (6.5~7.5분)
3. 근력 향상 훈련	
무릎 굽히면서 걷기 (walking lunges)	10회 × 3세트 (7.5~8.5분)
양발 스쿼트 (double leg squat)	10회 × 3세트 (8.5~9.5분)
한발 스쿼트 (single leg squat)	10회 × 3세트 (9.5~10.5분)
벽잡고 발뒤꿈치 들기 (single toe raises)	10회 × 3세트 (10.5~11.5분)
러시안 햄스트링 (russian hamstring)	10회 × 3세트 (11.5~12.5분)
4. 플라이오메트릭 훈련	
수직 점프 (vertical jumps with headers)	20회 (12.5~13.0분)
한 발 홉 점프 (single leg hops)	20회 (13.0~13.5분)
사이드 홉 점프 (side-to-side hops)	20회 (13.5~14.0분)
가위 점프 (scissors jumps)	20회 (14.0~14.5분)
앞뒤 점프 (forward/backward jumps)	20회 (14.5~15.0분)
180도 전환 점프 (180° turn jumps)	20회 (15.0~15.5분)
5. 민첩성 훈련	
앞뒤 왕복 달리기	15.5~16.0분
다리높이 올리며 달리기 (bounding runs)	30 m (16.0~16.5분)
대각선 달리기 (diagonal runs)	3회 통과 (16.5~17.0분)
6. 정리 운동	
가볍게 달리기	17.0~18.0분
엉덩굴곡근 스트레칭	2회 × 15초 (18.0~18.5분)
햄스트링 스트레칭	2회 × 15초 (18.5~19.0분)
대퇴사두근 스트레칭	2회 × 15초 (19.0~19.5분)
종아리근 스트레칭	2회 × 15초 (19.5~20.0분)

하였다. 통제 집단은 전방십자인대 상해예방훈련을 하지 않고, 정기적으로 해 왔던 준비운동을 하였다. 8주 훈련이 끝나고 사후 실험이 끝난 후 통제 집단 선수들도 실험 집단 선수들이 받았던 똑 같은 전방십자인대 상해예방훈련을 받았다.

5. 변인의 계산

부하율은 임팩트 시 발생하는 힘의 발현을 반영하는 데, 부하율의 공식은 다음과 같다.

$$\text{부하율 (N/sec)} = (P1-F50+) / (T1-T50+)$$

- P1: 지면반력 착지 시 발생하는 최대수직반력값(N)
- F50+: P1발생 전 수직지면반력이 50N의 값을 넘어서는 최초의 수직지면반력 값(N)
- T1: P1 발생하는 시점(sec)
- T50+: F50+이 발생하는 시점(sec)

지면반력을 통하여 알 수 있는 지면반력의 크기 및 충격량 산출에 있어서 연구 대상자들 간의 체중이 다르기 때문에 연구 대상자간의 비교를 위하여 결과를 대상자들의 몸무게로 나누어 일반화 하였다.

6. 통계 분석

본 연구의 실험 설계 모형은 통제집단 사전사후 설계(control group pre-post design)이다. 실험집단과 통제집단의 평균차이 검정은 독립 t-검정을 실시하였다. 가설 검증을 위한 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였으며, 윈도우용 SPSS(Ver 11.5) 프로그램을 이용하였다.

III. 연구결과

여자농구 선수들이 8주간의 전방십자인대 상해예방 훈련 수행 전후에 나타난 지면반력 변인을 측정된 결과는 <표 2>와 같다.

표 2. 8주간의 전방십자인대 훈련 전후 실험집단과 통제집단의 지면반력 변인의 비교

	사전		사후	
	통제	실험	통제	실험
점프 높이 (cm)	22.4 (2.1)	22.9 (2.4)	22.7 (2.8)	23.9* (1.8)
최대피크 (N/kg)	14.58 (2.36)	15.00 (1.21)	14.47 (1.92)	15.41 (1.45)
초기피크 (N/kg)	11.24 (1.73)	10.75 (1.63)	11.07 (2.10)	7.97* (2.82)
충격량 (N·s/kg)	2.84 (0.39)	3.25 (0.26)	3.12 (0.28)	2.44* (0.31)
부하율 (N/s)	10955.85 (2787.40)	11263.73 (2858.39)	13744.79 (3181.40)	9378.98* (2380.84)

*p<.05

점프높이에서 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램 수행 전에는 실험집단과 통제집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상해예방프로그램 수행 후에도 실험집단과 통제집단 간에 차이가 나타나지 않았다. 이는 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램이 점프 높이의 증가에 영향을 미치지 않은 것을 의미하는 것이다.

최대피크 값은 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램 수행 전에는 실험집단과 통제집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상해예방프로그램 수행 후에도 실험집단과 통제집단 간에 차이가 나타나지 않았다. 이는 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램이 지면반력의 최대피크 값에 영향을 미치지 않은 것을 의미하는 것이다.

초기피크 값은 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램 수행 전에는 실험집단과 통제집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 상해예방프로그램 수행 후에는 실험집단이 통제집단보다 유의하게(p<.05) 낮은 것으로 나타났다. 이는 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램이 지면반력의 초기피크 값의 감소에 유의한 효과를 미쳤음을 의미하는 것이다.

충격량은 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램 수행 전에는 실험집단과 통제집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 상해예방프로그램 수행 후에는 실험집단이 통제집단보다 유의하게(p<.05) 높은 것으로

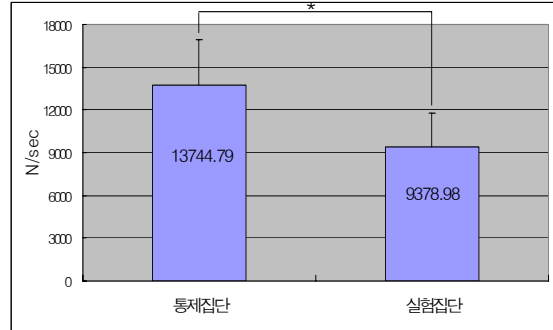


그림 2. 8주간의 전방십자인대 훈련 후 실험집단과 통제집단의 부하율 비교

나타났다. 이는 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램이 지면반력의 충격량의 증가에 유의한 효과를 미쳤음을 의미하는 것이다.

부하율은 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램 수행 전에는 실험집단과 통제집단 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 상해예방프로그램 수행 후에는 실험집단이 통제집단보다 유의하게(p<.05) 낮은 것으로 나타났다. 이는 8주간의 전방십자인대 상해예방프로그램이 부하율의 감소에 유의한 효과를 미쳤음을 의미하는 것이다.

IV. 논 의

플라이오메트릭과 움직임 훈련, 근력훈련과 균형훈련, 저항훈련과 민첩성 훈련을 결합한 근신경 훈련은 전방십자인대 손상 위험 요인을 감소시키고 운동수행력을 향상시킨다(Caraffa et al., 1996; Hewett et al., 1999). 이와 관련해서 Paterno 등(2004)은 여자 농구, 축구, 배구 선수들을 대상으로 6주간의 근신경 훈련을 수행하였더니, 운동수행력(스쿼트, 한 발 점프, 수직 점프, 속도)이 향상되었으며, 손상 위험 요인(무릎 굴곡-신전 운동범위의 증가, 수직점프의 착지구간에서 내전 모멘트의 감소, 한 발 동적 안정성의 향상)이 줄어들었다고 하였다. 또한, Adams 등(1992)은 플라이오메트릭과 근력증가 훈련을 결합한 훈련을 받은 선수들은 플라이오메트릭 또는 근력증가 훈련만을 받은 선수들보

다 수직점프 능력이 더 향상되었다고 하였으며, Fatouros 등(2000)은 플라이오메트릭과 저항훈련을 결합하면 선수들의 점프능력을 향상시킬 뿐만 아니라 다리의 근력도 증가시킨다고 보고하였다. 본 연구에서 8주간의 전방십자인대 손상예방 훈련을 받은 실험집단에서 점프높이가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 이는 본 연구에서 수행한 8주간의 전방십자인대 손상예방 훈련은 근신경 훈련 항목들을 모두 포함하고 있어, 여러 선행연구의 결과와 일치한 것으로 나타났다.

근신경 훈련은 여자 선수들의 전방십자인대 손상 위험을 감소시키지만, 운동수행력의 향상이 없으면 선수들은 큰 동기유발을 얻지 못한다고 하였다(Myer et al., 2004). 이와 관련해서, 전방십자인대 손상을 줄이는데 초점을 둔 훈련의 효과는 28%였지만(Myklebust et al., 2003), 운동수행력을 향상시키는 데 초점을 둔 훈련은 80~90%의 효과를 보였다(Kraemer et al., 2003). 따라서 전방십자인대 손상 예방 훈련 중에 운동수행력 향상 훈련을 추가하면, 훨씬 더 큰 효과를 본다(Myer et al., 2004). 이러한 사실은 스포츠 현장에서 지도자들이 숙지하고 있어야 할 중요한 사항이다. 본 연구에서 수행한 전방십자인대손상 예방프로그램 중에는 운동수행력을 향상시킬 수 있는 점프 기술 향상이 포함되어 있다. 따라서 연구대상자들에게 동기유발을 일으켰고, 이를 통해서 훨씬 더 큰 효과를 본 것으로 판단된다. Hewett 등(2004)은 스포츠 손상의 위험이 높은 205명의 여자 축구, 농구, 배구 선수들을 대상으로 한 점프-착지 과제에서 전방십자인대 손상을 입은 9명은 전방십자인대 손상을 입지 않은 196명과 비교해서 무릎에 가해지는 부하가 다르다고 하였다. 전방십자인대 손상을 입은 9명은 점프 후 착지할 때 지면반력의 최대피크 값은 20% 더 크게 나타났으나, 충격량은 16% 더 감소했다고 하였다. 결론적으로 착지할 때 무릎에 가해지는 부하에 대한 연구는 여자 선수들의 전방십자인대 손상을 예측할 수 있는 결정요인이라고 하였다. 본 연구에서 8주간의 전방십자인대 손상예방 훈련을 받은 실험집단에서 점프 후 착지 시 초기피크 값 및 충격량이 감소하였다. 이는 착지기술이 향상된 것을 의미한다.

점프 후 착지 시 지면반력의 크기와 근골격계의 부상과는 상관성이 있는 것으로 밝혀졌으며(Hewett et

al., 2002), 무릎을 굽히면서 발 앞쪽으로 착지할 때 지면에 가해지는 충격량이 감소하고 근골격계에 부하가 감소된다(Arendt & Dick, 1995). 본 실험에서 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련을 받은 실험집단의 부하율이 감소할 것이라는 가설은 채택되었다. 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련 후에 실험집단이 통제집단보다 부하율이 유의하게 감소하였다. 부하율은 임팩트 시 발생하는 힘의 발현을 반영하는데, 실험집단에서 부하율이 감소하였다는 의미는 농구 리바운드 점프 후 착지 시에 작용된 수직 지면반력 값이 상대적으로 긴 시간 동안 완만하게 상승했다는 것이다. 이는 유연성, 근력, 점프(플라이오메트릭), 민첩성 향상 프로그램이 점프 동작에 필요한 하지의 근신경 조직에 유의한 긍정적 영향을 미쳐 무릎의 안정성이 증가되어 자신 있게 착지 동작을 수행한 것으로 판단된다. 후속 연구로 이러한 요인의 메커니즘을 규명하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구 결과 농구 리바운드 점프 후 착지 시에 8주간의 전방십자인대 손상예방훈련을 받은 실험집단에서 점프높이가 증가하였으며, 초기피크 값이 감소한 것으로 나타났다. 또한, 전방십자인대 손상예방훈련을 받은 실험집단과 통제집단의 지면반력의 충격량 및 부하율이 감소한 것으로 밝혀졌다. 이는 8주간의 전방십자인대 손상예방 프로그램이 점프 동작에 필요한 하지의 근신경 조직에 유의한 긍정적 영향을 미쳐 효율적으로 착지한 것으로 판단된다. 이러한 효율적인 착지는 하지의 근골격계에 미치는 스트레스를 감소시켜 궁극적으로 상해를 예방하는 결과를 가져올 것이다. 이 부분에 대한 보다 의미 있는 결론을 도출하기 위해서 운동학적 분석 및 근전도 분석과 함께 전향적 연구(prospective study)가 차후에 이루어져서 종합적으로 판단해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 채원식 (2006). 롤러신발과 조깅 슈즈 신발 착용 후 보행 시 지면반력의 형태 비교 분석. *한국운동역학회지*, 16(1), 101-108.
- Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L., & Clinstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 6(1), 36-41.
- Arendt, E., & Dick, R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *American Journal of Sports Medicine*, 23, 694-701.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Projetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 4(1), 19-21.
- Chae, W. S. (2001). Knee joint forces during the takeoff and landing phases of different types of vertical jumps. Unpublished doctoral dissertation. University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Chandy, T. A., & Grana, W. A. (1985). Secondary school athletic injury in boys and girls: A three-year comparison. *Physician Sportsmedicine*, 13(3), 106-111.
- Daniel, D. M., Stone, M. L., & Dobson, B. E. (1994). Fate of the ACL-injured patient: A prospective outcome study. *American Journal of Sports Medicine*, 22(5), 632-644.
- Deacon, A., Bennell, K., Kiss, Z. S., Crossley, K., & Brukner, P. (1997). Osteoarthritis of the knee in retired, elite Australian Rules footballers. *The Medical Journal of Australia*, 16(4), 187-190.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Kyriakos, T., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine Science and Sports in Exercise*, 35(10), 1745-1750.
- Griffin, L. Y., Agel, J., & Albohm, M. J. (2000). Noncontact cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies. *Journal of American Academic Orthopedic Surgery*, 8, 141-150.
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The effects of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 699-705.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2004). Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 86-A(8), 1601-1608.
- Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopedic*, 402, 76-94.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-Mcbride, N. T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Bauer, J. E., Volek, J. S., McConnell, T., Newton, R. U., Gordon, S. E., Cummings, D., Hauth, J., Pullo, F., Lynch, J. M., Mazzetti, S. A., & Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players.

- Medicine Science and Sports in Exercise*, 35(1), 157-168.
- Kwongrf 2.0 (2003). *Ground reaction force analysis program*. Ver 2.0. Visol, Korea.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watarabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010.
- Meeuwisse, W. H., Sellmer, R., & Hagel, B. E. (2003). Rates and risks of injury during intercollegiate basketball. *American Journal of Sports Medicine*, 31(3), 379-385.
- Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2004). Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14, 275-285.
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjolberg, A., Olsen, O. E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 13(2), 71-78.
- Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., & Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8(3), 149-153.
- NCAA(2002). NCAA injury surveillance system summary. National Collegiate Athletic Association, Indianapolis, www.ncaa.org
- NFHS(2002). High School Participation Survey. National Federation of State High School Associations, Indianapolis, www.nfhs.org/Participation/2002data/Participation01-02.htm
- Paterno, M. V., Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2004). Neuromuscular training improves postural stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 34(6), 305-317.
- Powell, J. W., & Barber-Foss, K. D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 385-391.
- Ruiz, A. L., Kelly, M., & Nutton, R. W. (2002). Arthroscopic ACL reconstruction: a 5-9 year follow-up. *Knee*, 9(3), 197-200.
- Soderman, K., Werner, S., Pietila, T., Engstrom, B., & Alfredson, H. (2000). Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 8(6), 356-363.

투 고 일 : 1월 28일

심 사 일 : 2월 4일

심사완료일 : 3월 19일