

8주간의 플라이오메트릭 훈련이 대학 태권도 시범선수의 순발력, 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향

최광웅* · 이석준 · 박우영†

단국대학교, 교수

(2021년 8월 4일 접수: 2021년 8월 26일 수정: 2021년 8월 30일 채택)

Effects of 8week Plyometric training on power, dynamic balance and joint position sensory in Taekwondo demonstrator

Kwang Wong, Choi* · Seoak Jun, Lee · Woo-Young, Park†

Department of International Sports

(Received August 4, 2021; Revised August 26, 2021; Accepted August 30, 2021)

요약 : 이 연구의 목적은 8주간의 플라이오메트릭 훈련이 대학 태권도 시범단의 순발력, 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 태권도 시범 전공 대학생 20명을 훈련군 10명, 통제군 10명으로 분류한 후 운동군은 주 3회, 60분, 8주간 플라이오메트릭 훈련을 하였다. 측정 변인은 제자리높이뛰기, 제자리멀리뛰기, 배근력, 동적 평형성 및 관절 위치감각으로 사전 사후 측정하였다. 연구 결과, 제자리높이뛰기와 멀리뛰기 및 배근력에서 유의한 운동의 효과가 있었다($p < .05$). 동적 평형성은 후방 바깥쪽과($p < .01$) 후방 안쪽에서($p < .05$) 유의한 운동의 효과가 있었다. 관절 위치감각은 원발 15° 와($p < .01$) 45° 에서는($p < .05$) 운동군에서 유의한 효과가 있었다. 이상의 결과 8주간의 플라이오메트릭 훈련은 태권도 시범선수의 순발력과 동적 평형성 및 관절 위치감각에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

주요어 : 플라이오메트릭 훈련, 순발력, 동적 평형성, 종합점수, 관절 위치감각

Abstract : The purpose of this study investigate the effects of 8 weeks plyometric training on power, dynamic balance and joint position sensory in Taekwoondo demmonstrators. Twenty healthy collegiate Taekwoondo demonstrators were randomly assigned to either an exercise group (Ex=10), and a control group (Con=10), Ex group completed the plyometric training in three times a week, 60 minute for 8 weeks. Testing before and after training include the Sargent jump, standing long jump, back muscle strength, Dynamic balance and joint position sensory. Sargent jump, standing long jump and back muscle strength were significantly development($p < .05$). And dynamic balance were significantly exercise effect in posterolateral($p < .01$) and posteromedial($p < .05$). Not only but

†Corresponding author

(E-mail: golterea@hanmail.net)

* 이 논문은 최광웅의 석사학위 논문을 일부 발취한 것임

also, joint position sensory were significantly exercise effect in left foot 15° ($p < .01$) and 45° ($p < .05$). The results of the study showed that 8 weeks of plyometric training had a positive effect on the power, dynamic balance and joint position sensory in Taekwondo demonstrator.

Keywords : Plyometric training, power, dynamic balance, total score, joint position sensory

1. 서론

태권도 시범은 기본동작, 겨루기, 품새, 호신술, 격파 및 태권체조 등으로 구성된 종목으로 아크로바틱(acrobatic)한 동작을 통해 관중에게 흥미와 감동을 유발하는 특징이 있다[1]. 태권도 시범의 경기력을 좌우하는 주요 요인으로 근력과 유연성 및 순발력을 뽑을 수 있으며[2], 기계체조와 익스트림 마살아츠(extreme martial arts) 등의 동작을 익히는 훈련에 유연성과 전신반응과 근력 요인과 민첩성, 속도 및 유연성이 요구된다[3]. 또한 태권도 시범선수가 차원 높은 기술들을 개발 및 수행 과정에서 부상의 빈도나 정도도 심해지고 있는 것도 사실이다[4]. 점프 후 공중에서 격파와 같은 동작 수행 후 착지 과정에서 발생하는 부상이 가장 많으며, 부상을 예방하기 위해서는 안정된 동적 평형성의 유지 및 조절 능력이 반드시 요구된다[5]. 인체의 평형성은 시각계, 전정계 및 체성감각계가 상황에 맞게 상호 보완 및 협조하여 작용하기 때문에 태권도 시범단의 경기력 향상과 부상 방지는 선수 생명과 직결된다. 운동선수나 태권도 시범선수가 겪는 부상은 여전히 예측하기 힘들고, 누구에게나 찾아올 수 있기에 지속적인 훈련으로 예방 및 강화해야 할 것이다.

선행연구에서 여성 운동선수의 부상 방지는 물론 순발력과 점프력 향상 및 하체 손상 예방을 위해서는 플라이오메트릭 훈련과 중심부 근육 안정화 훈련이 필요하다고 하였다[6, 7]. 플라이오메트릭 훈련은 지면반력을 만들어내고, 신전근에 부하를 가한 후 근육과 신경계, 반응시간, 골지건 및 근육 탄성 등의 단축성 수축을 할 수 있는 운동의 형태로 하체 근력과 수직점프 수행 능력을 향상하는 훈련으로 운동선수들에게 다양하게 적용하고 있다[8]. 플라이오메트릭 훈련 결과를 볼 때, 고교 축구선수들의 지방 감소와 민첩성, 평형성 및 순발력 향상에 긍정적인 효과와[9] 여자 고등부 테니스선수들의 하체 등속성 기능 및 농

구선수의 순발력과 민첩성이 향상된다고 보고하였다[10, 11]. 태권 시범 관련 최근의 연구에 의하면 플라이오메트릭 훈련이 부상 예방과 충격 흡수 능력의 개선으로 발목 안정성을 가져온다는 보건학 분야의 연구가 있었다[12]. 특히 이 연구에서 시도하려는 Y-balance는 기계적인 장비는 아니나 신뢰도가 0.85에서 0.93으로 높고, 효율적인 장비로 측정 결과 하체의 좌우 및 전후 다리 근에서 4% 차이가 났을 경우 부상 빈도가 높은 것으로 보고되고 있다[13]. 태권 시범선수를 위한 체력 및 경기력 향상이나 기타 변인에서 이루어진 연구는 매우 부족해 보이며, 지속적인 연구가 필요해 보인다.

한편, 스포츠 활동에서 동적 근방추, 골지체 및 관절 수용기로 이루어진 고유수용성 감각은 '움직임에 대한 자기 자신의 신체 부위의 위치를 아는 능력'으로 신체의 움직임을 유지하고 항상성을 조절하기 위해 매우 중요하고, 균형 및 관절 안정성에 대한 의식적이고 무의식적인 감각을 인지하는 데 도움을 준다[14]. 체중부하를 통한 자극이나 고르지 못한 지면에서 운동 중 관절 주변의 근수축이 고유수용성 감각을 효과적으로 증진할 수 있다는 것이 밝혀졌다[15]. 그러나 태권도 겨루기 종목의 경기력 향상을 위한 연구는 많이 이루어지고 있으나 태권 시범에 대한 학문적 측면이 인문학적 측면과[16] 동작분석에 의한 역학적 측면 등이 주를 이루고 있다[17]. 예술적인 공중 발차기가 많은 태권도 시범 종목 선수들에게 플라이오메트릭 훈련을 통한 폭발적인 힘을 발휘하여 순간적인 점프 능력을 활용한 경기력 증대와 부상 방지를 위한 고유수용성 향상을 통한 동적 평형성 개선 등을 도모하는 것은 의미 있는 일로 생각한다.

따라서 이 연구의 목적은 대학 태권도 시범단을 대상으로 8주간의 플라이오메트릭 훈련이 순발력, 근력, 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

Table 1. The characteristic of subjects

M±SD

Groups	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Leg length(cm)	Carrier(yr)
Ex (n=10)	21.10±.80	174.81±3.11	66.54±4.79	85.95±2.84	8.42±1.23
Con (n=10)	20.40±.32	175.51±4.41	62.50±4.03	86.20±2.76	8.69±1.31
Sig	.041	.324	.412	.384	.547

Table 2. Plyometric training program

Ex	Training program	1-4wk		5-8wk		Com
		Times	Set	Times	Set	
Warm up (10 min)	Dynamic stretching					
	Squat Jump	10	3			
	Tuck Jump	10	3			
	Hurdle Single Leg Hop	10	3			
	Lateral Hurdle Hop	10	3			
Main ex (40 min)	Box Single-Leg Push-Off	10	3			Three times a week
	Box Depth Jump	10	3			
	Standing Long Jump			12	3	
	Duble-Leg Power Skip			12	3	Between set rest 2 min
	Double-Arm Alternate Bound			12	3	
	Hurdle Double-Leg Zigzag Hop			12	3	
	Box Squat Jump			12	3	
Cool down (10 min)	Depth Jump Second Box			12	3	
	Static stretching					

2. 연구방법

2.1. 연구대상

이 연구는 충청지역 D, N 대학교 재학 중인 근육과 관절 등 부상이 없고, 건강한 20명을 운동군 10명과 통제집단 10명으로 분류하였다. 실험 전에 연구대상자에게 실험의 목적, 내용과 과정 등을 설명하고 이에 참가하겠다는 동의서를 얻고 실시하였다. 연구대상자의 신체적 특성 및 동질성 검사 결과는 <Table 1>과 같다. 태권 경력은 약 8년이나 태권 시범은 대학에서 시작하여 약 2년 되었다.

2.2. 실험설계

2.2.1. 플라이오메트릭 훈련 프로그램

이 연구의 플라이오메트릭 훈련은 총 8주간의 구성으로 주당 월, 수, 금 3일간 준비운동 10분,

본 운동 40분, 정리운동 10분을 포함한 총 60분으로 구성하여 진행하였다. 훈련의 구성은 지면과 허들 및 상자 점프(box jump)를 이용한 훈련으로 변형하여 구성하였다[23]. 운동 횟수와 세트는 1세트당 10회로 총 3세트의 운동을 진행하였으며, 세트 간 휴식 시간은 2분으로 하였다. 플라이오메트릭 훈련 특성상 점진적 과부하의 원리와 특이성의 원리를 적용하여 1세트당 12회 총 3세트의 운동을 진행하였으며, 세트 간 휴식 시간은 2분으로 하였다. 통제군의 경우 경기력 향상을 위한 통상적인 훈련을 하도록 하였다. 구체적인 플라이오메트릭 훈련의 구성은 <Table 2>와 같다.

2.3. 검사방법

종속변인 검사 전 최대의 수행 능력과 부상 방지를 위해 운동에 적합한 복장으로 충분한 준비운동 후 실시하였다.

2.3.1. 순발력 검사

(1) 제자리높이뛰기

제자리높이뛰기는 서전트 점프 장비(JUMP-MD, JAPAN)를 사용하였다. 검사자는 대상자의 두 발을 지면에 닿게 하고 불필요한 동작을 통제 한 상태에서 최대한 높게 수직점프를 실시하게 하였다. 점프 동작 시 팔의 반동은 허용하였고, 2회 반복 후 좋은 점수를 기록을 채택하였으며, 측정 단위는 cm로 하였다.

(2) 제자리멀리뛰기

제자리멀리뛰기 장비(JUMP-MD, JAPAN)를 사용하였고, 도약 선에 위치하게 한 후 가볍게 다리를 벌리고 편안한 자세에서 도움닫기 없이 팔과 다리를 이용해 충분히 반동을 주고 도약하여 최대한 멀리 착지하도록 하였다. 2회 반복하여 좋은 기록을 선택하였으며, 측정 단위는 cm로 하였다.

2.3.2. 배근력 검사

배근력 장비(TKK-5402, JAPAN)를 이용하였고, 양발을 측정기 발판에 20cm 넓이로 다리를 벌린 자세를 취하도록 하였다. 몸을 앞으로 기울여 배근력계 손잡이를 잡은 후에 배근력계와 상체의 각도가 30°로 유지될 수 있도록 손잡이의 높이를 조정한 후, 윗몸을 천천히 일으키며 잡아당기도록 하였다. 이때, 무릎과 팔꿈치가 굽혀지거나, 몸이 뒤쪽으로 넘어가지 않도록 하였다. 2회 반복하여 좋은 기록을 kg 단위로 기록하였다.

2.3.3. 동적 평형성 검사

동적 평형성 검사는 Y-자 장비(Y-balance test, USA)를 사용하였고, 측정 전 대상자의 하체 길이를 골반의 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)부터 안쪽 복사뼈(medial malleus)까지 측정하여 기록하였다. Y-자 장비 위에 편안한 자세를 취하게 한 후 전방(anterior), 후방 안쪽(posteromedial), 후방 바깥쪽(posterolateral) 순으로 좌우 다리를 뻗게 하여 총 5번의 연습을 진행한 후에 측정하였다. 검사 중 고정된 하체가 판에서 떨어지거나, 떨어진 다리가 다시 시작 자세로 돌아오지 못한 경우에는 무효로 한 후 처음부터 다시 측정하였다.

2.3.4. 관절 위치감각 검사

관절 위치감각 검사 장비(Bio-dex system 4 Pro, USA)를 사용하여 검사하였고, 대상자에게 실제 검사 전에 충분한 방법을 설명하였고, 검사 중 감각을 인지하면 정지함을 알리도록 하였다. 대상자들은 검사 측 하체의 넓다리뼈 바깥쪽 용기와 기계의 운동 축이 일직선이 되도록 하였다. 또한 검사 장비 의자에 앉힌 후 벨트로 각각 가슴과 어깨, 골반을 고정하였고, 허벅지를 고정벨트로 고정하였다. 측정은 저항이 없는 상태에서 시작 각도는 90°, 목표 각도는 15°와 45°로 설정하여 대상자의 두 눈을 가린 상태에서 검사자가 먼저 측정할 각도를 찾아주어 대상자에게 10초간 그 각도를 유지하면서 기억하게 하고, 10초 경과 후 시작 지점으로 돌아와 대상자 스스로 기억한 각도를 찾게 하였다. 양발 모두 측정하였으며, 측정치는 기억한 각도를 인지하고 목표치에서 오차 값 중 최고치를 제외한 두 측정치를 평균하여 사용하였다.

2.4. 자료처리

이 연구의 자료처리는 SPSS 22.0 version을 사용하였다. 각 집단 변인들의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였으며, 각각의 집단별로 사전검사의 동질성을 확인하기 위해서 독립 t-검증(Independent t-test)을 실시하였다. 집단과 훈련 시기 간의 검증을 위해 반복 이원변량분석(Repeated Two-way ANOVA)을 실시하였다. 상호작용에서 유의한 차이가 발생하는 경우 사후검증을 위해 Scheffe를 실시하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

3. 결과

3.1. 순발력과 배근력 결과

순발력 검사 결과 중 제자리높이뛰기 결과, 시간($P<.05$) 및 상호작용($P<.01$)에서 유의한 차이가 있었으나 집단 간에는 유의한 차이가 없었다. 사후검증 결과 운동군에서 운동의 효과가 유의하였다($P<.01$). 제자리멀리뛰기에서도 시간($P<.05$) 및 상호작용($P<.01$)에서 유의한 차이가 있었으나 집단 간에는 유의한 차이가 없었다. 사후검증 결과 운동군에서 운동의 효과가 유의하였다($P<.01$). 배

Table 3. The results of power and muscle strength

Variables	Groups	Pre	Post	t		F	P
Sargent jump(cm)	Ex	66.00±2.05	67.10±1.79	-3.973 ^{##}	T	6.522	.020*
	Con	65.70±1.79	65.60±1.42	.361	G	1.451	.244
					T×G	9.391	.007**
Stnading long jump (cm)	Ex	245.10±8.06	246.70±8.78	-2.667 [#]	T	4.410	.050*
	Con	243.70±5.86	243.5±5.98	.688	G	.503	.487
					T×G	7.290	.015*
Back muscle strength (kg)	Ex	126.10±4.74	127.20±4.68	-3.973 ^{##}	T	2.743	.115
	Con	126.40±6.76	126.10±6.06	.758	G	.025	.875
					T×G	8.400	.010*

M±SD * $p<.05$, ** $p<.01$, # $p<.05$, ## $p<.01$

근력 결과, 시간 및 집단 간에는 유의한 차이가 없고, 상호작용($P<.01$)에서 유의하였다. 사후검증 결과 운동군에서 운동의 효과가 유의하였다 ($P<.01$).

3.2. 동적 평형성 결과

동적 평형성 검사 결과, 왼발 앞쪽, 왼발 후방 바깥쪽 및 안쪽, 오른발 앞쪽에서는 시기, 집단 및 상호작용에서 유의한 차이가 없었다. 그러나 오른발 후방 바깥쪽에서는 시간($P<.01$) 및 상호작용($P<.01$)에서 유의한 차이가 있었고, 집단 간에는 유의한 차이는 없었다. 사후검증 결과, 운동군에서 사전 사후 간에 유의한 차이가 있었다 ($P<.01$). 오른발 후방 안쪽에서는 시기 및 집단 간에는 차이가 없었으나 상호작용($P<.05$)에서는 유의한 차이가 있었다. 사후검증 결과, 운동군에서 사전 사후 간에 유의한 차이가 있었다($P<.01$). 종합점수에 미치는 결과는 왼발의 경우 운동 효과($p<.01$)와 상호작용에서($p<.05$) 유의한 차이가 있었다. 오른발의 경우 운동 효과($p<.05$)와 상호작용에서($p<.05$) 유의한 차이가 있었다. 사후검증 결과 운동군에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 관절 위치감각 검사 결과, 왼발 15°에서는 시간 및 상호작용에서 유의한 차이가 있었으나($p<.01$) 집단 간의 차이는 없었다. 사후검증 결과 운동군에서 유의한 감소가 있었다($p<.01$). 오른발 15°에서는 시간, 집단 및 상호작용에서 유의한 차이는 없었다. 왼발 45°에서는 상호작용에서 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 시간 및 집단 간의 차이는 없었으며, 사후검증 결과 운동군에서 유의한 감소가 있었다($p<.05$). 오른발 45°에서는 시간,

집단 및 상호작용에서 유의한 차이는 없었다.

4. 논의

이 연구의 목적은 8주간의 플라이오메트릭 트레이닝이 대학 태권도 시범단의 순발력과 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향을 보고자 하였다. 연구 결과 순발력과 근력에서 운동의 효과가 유의한 것으로 나타났다. 제자리높이뛰기와 제자리멀리뛰기는 순발력을 검사하는 대표적인 종목이고[8], 배근력은 넓적다리와 코어 주변 근육의 기능과 역할을 보는 신체의 전반적인 근력을 평가하는 체력으로 태권도 시범선수와 운동선수들에게 반드시 요구한다. 선행연구에서도 플라이오메트릭 트레이닝이 청소년 운동선수의 순발력 향상과 근력, 속도, 민첩성 및 점프 능력의 개선과 더불어 스포츠 관련 부상을 감소시켜준다고 하였다[18]. 또한 낙하 점프(drop jump), 균형 능력은 물론 민첩성의 증가와 순발력 등 근육 관련 수행력에 긍정적 영향을 미치는 것으로 본 연구와 같은 결과로 생각한다[19]. 이러한 결과는 플라이오메트릭 트레이닝 후 순발력의 향상은 근육 활성화 전략이 아닌 근육-건 복합체의 기계적 특성 변화에 기인한다고 볼 수 있다[8].

운동선수들의 순발력 저하나 코어 근력의 부실은 이차적 부상 위험성을 높인다는 보고에[20] 따르면 플라이오메트릭 트레이닝에 의한 순발력과 근력의 향상은 운동 중 부상 위험성을 줄여줄 수 있을 것으로 예측된다. 청소년 축구선수들의 스피드, 순발력 및 민첩성에서 유의한 증가와[21]

Table 4. The results of dynamic balance

Variables	Groups	Pre	Post	t		F	P
Left Anterior(cm)	Ex	58.70±2.40	59.30±2.16		T	2.518	.130
	Con	58.40±2.26	58.41±2.94		G	.661	.427
					T×G	2.518	.130
Left Posterolateral (cm)	Ex	96.70±2.70	96.90±2.37		T	1.976	.177
	Con	97.30±2.05	96.90±2.44		G	.020	.890
					T×G	1.976	.177
Left Posteromedial (cm)	Ex	97.10±2.96	97.15±2.81		T	.101	.754
	Con	97.40±2.84	96.90±2.56		G	.020	.890
					T×G	2.236	.124
Right Anterior (cm)	Ex	58.30±6.21	58.35±5.48		T	1.529	.232
	Con	57.55±5.30	56.80±5.51		G	.210	.652
					T×G	1.997	.175
Right Posterolateral (cm)	Ex	95.20±2.54	96.40±2.34 [#]	-9.000	T	16.754	.001 ^{**}
	Con	94.60±2.07	94.50±2.51		G	4.284	.053
					T×G	23.400	.001 ^{**}
Right Posteromedial (cm)	Ex	95.30±2.94	96.01±2.33 [#]	-3.280	T	2.922	.105
	Con	95.40±2.84	95.20±2.13		G	.576	.458
					T×G	9.468	.006 ^{**}
Left Total score	Ex	84.73±7.22	86.24±8.14 [#]	-2.427	T	21.218	.001 ^{**}
	Con	85.23±6.32	84.50±8.44		G	.071	.790
					T×G	6.263	.015 [*]
Right Total score	Ex	84.51±9.43	85.98±9.24 [#]	-2.847	T	8.024	.021 [*]
	Con	84.21±8.84	83.91±8.14		G	.143	.724
					T×G	18.859	.001 ^{**}

M±SD * $p<.05$, ** $p<.01$, # $p<.05$, ## $p<.01$

Table 5. The results of joint position sensory

Variables	Groups	Pre	Post	t		F	P
Left 15°	Ex	13.88±1.64	13.73±1.61	1.029 ^{##}	T	10.990	.004 ^{**}
	Con	13.37±1.12	13.35±.97		G	1.471	.241
					T×G	.241	.019 [*]
Right 15°	Ex	13.76±1.50	13.71±1.54		T	.839	.372
	Con	13.14±1.75	13.27±1.85		G	3.167	.092
					T×G	4.470	.051
Left 45°	Ex	44.97±1.47	44.39±1.23	2.475 [#]	T	1.565	.227
	Con	45.09±2.59	45.31±2.25		G	.354	.551
					T×G	7.948	.011 [*]
Right 45°	Ex	44.34±2.34	44.27±2.44		T	2.104	.164
	Con	44.74±3.28	44.86±2.30		G	.482	.496
					T×G	1.860	.189

M±SD * $p<.05$, ** $p<.01$, # $p<.05$, ## $p<.01$

배구선수들의 제자리높이뛰기 능력, 근력, 수평 점프, 유연성 및 민첩성과 속도에서 유의한 개선을 보였다는[22] 보고는 플라이오메트릭 트레이닝이 순발력 등 다양한 기능 체력 향상에 특성화된 유용한 방법으로 볼 수 있겠다. 이 연구에서 배구선수의 유의한 증가가 있었던 것은 플라이오메트릭 트레이닝이 전반적 근력에서 유의한 향상을 보였다는[23] 연구 결과와 같다고 본다. 이 연구에서 플라이오메트릭 트레이닝 프로그램이 하체 위주로 되어 신전 반사에 의한 점프 능력 개선에는 유의하나 상체 강화에 중점을 두지 않았음에도 배구력 향상은 운동 과정에서 복근과 척추세움근에 자극이 된 것으로 생각한다.

동적 평형성의 경우 왼발 앞쪽, 왼발 후방 바깥쪽 및 후방 안쪽, 오른발 앞쪽에서는 유의한 차이가 없었으나 후방 바깥쪽 및 후방 안쪽에서 운동의 효과를 보였다. 선행연구와 비교해 볼 때, 농구선수들의 경우 좌우 후방 바깥쪽과 안쪽에서 유의하게 개선되었다는 연구 결과와는 달리 이 연구에서는 우측에서만 동일 결과를 보였다[24]. 선행연구와의 차이는 왼발의 딛는 동작에 익숙했던 태권도 시범선수의 특성에 따른 결과로 왼발의 안정성이 높아 우측 발의 뻗기가 수월하기 때문으로 생각한다. 상체와 하체 간의 신경근 조절 기능의 수준 여부를 보고자 실시한 Y-balance 검사는 종합점수의 수준에 따라 하체 손상을 예측할 수 있는 준거가 될 수 있고[15], 하체 근력과 유연성이 필요하다[26]. 플라이오메트릭 훈련이 동적 평형성 향상은 물론 여자 축구선수들의 Y-balance 점수의 전반적 향상이 하체 손상 가능성을 감소시켰다는[5] 결과는 태권도 시범선수의 부상 예방에도 유의한 훈련으로 생각한다. Y-balance 점수는 엉덩이의 신전근과 바깥쪽 회전 근육과 같은 엉덩이의 근력과 자세 조절 간의 유의한 상관관계가 있다[26]. 이러한 결과를 도출한 배경은 선행연구와 같이 플라이오메트릭 트레이닝에 의한 엉덩이의 외전 근력이 발달하였기 때문으로 생각한다.

Y-balance 검사 중 앞쪽 뻗기의 경우 안쪽과 바깥쪽 대퇴 넓은 근의 활동이 활발하고[28], 후방 안쪽과 바깥쪽의 경우 넙다리 두갈래근의 전경골근이 가장 활발하다[27]. 운동선수들의 무릎 및 엉덩이의 유연성과 신전근의 검사는 차후 과제로 남긴다. 결과적으로 태권 시범선수의 종합점수에서 대상자의 다리 길이와 종합점수의 길이가 대동소이한 것으로 하지 부상의 우려는 발견되지

않았으나 선행연구를 종합해 볼 때, 고관절 주변의 유연성과 근력 향상이 하체 부상 방지에 중요한 것으로 생각한다.

한편 고유수용성 기능 여부를 보고자 실시한 관절 위치감각 검사 결과, 왼발 15° 와 45° 에서는 운동군에서 유의한 감소가 있었다. 오른발 15° 와 45° 에서는 시간, 집단 및 상호작용에서 유의한 차이는 없었다. 무릎 관절 15°, 45°, 60° 각도에서 관절 위치를 찾는 것은 고유수용기가 다양한 각도의 재생에 영향을 미친다[28]. 이와 같은 결과는 지면에서의 발놀림(스텝)과 타격 형태의 발차기의 정확성을 요구하기 때문에 각도 15° 에서 고유수용감각 능력이 향상된 것으로 판단되며, 격파물을 격파하는 동작을 비롯해 점프 발차기 시 필요한 도약 및 착지 동작에서의 숙련도로 인해 45° 각도에서의 고유수용성 감각 능력이 향상된다는[29] 연구와 동일 결과이다. 또한 6주간의 무릎 관절 강화를 위한 저항운동이 고유수용성 감각을 증가시켰다는[30] 선행연구 결과와 대동소이한 것으로 생각한다. 그러나 오른발에서 관절 위치감각의 향상이 유의하지 않은 것은 왼발은 축이나 디딤발로, 우측 발은 주로 발차기를 해왔던 오랜 적응으로 생각한다. 특히 트레드밀에서의 러닝 운동보다 지면에서의 스텝, 러닝, 점프 및 교차 점프 등과 같은 기능적 운동이 무릎 관절 기능과 고유수용성 위치감각 향상은[31] 바닥의 상태에 따라 자극받고 적응하는 과정에서 발달하는 것으로 본다. 이러한 결과 지면의 상태가 고르지 못한 곳에서의 운동이 15° 각도에서 관절위치감각의 유의한 개선을 가져왔다는[32] 보고와 같다고 할 수 있다. 한편 육상선수들에게 본 연구의 운동을 통해 근육 피로를 유발한 후 무릎의 고유수용성 향상에 미치는 효과는 불분명하다는[33] 연구를 제시하여 근육의 피로는 관절 위치감각에 부정적 영향을 미치게 되고 부상을 유발할 수 있다는 결과로 예측할 수 있겠다. 무릎 손상 여성에서 고유수용성 위치감각의 유의한 결손이 발견되었고[34], 코어 근력 부족에 의한 고유수용성 위치감각의 저하는 무릎 부상 위험 요인으로 보았다[35]. 축구선수의 부상 방지 운동 프로그램을 아마추어 풋볼 선수에게 적용 결과 제자리높이뛰기와 무릎 관절의 고유수용성 능력과 평형성이 증가하였다[36]. 이러한 결과는 일반적인 훈련 방법보다 불안정한 지면에서의 운동이 혹은 이 연구처럼 넘기(hop) 점프와 같은 동작에 의한 관절 자극에 따른 고유수용성

감각을 효과적으로 증진할 수 있었기 때문으로 생각된다[37]. 특히 근육의 장력과 신전 조절 역할을 하게 되어 근육과 관절의 부상 예방에 주요 역할을 담당하고, 신경 신호에 대한 기전적 자극을 감각 운동계의 구심성 경로를 따라 전환해 주기 때문이다[12]. 요약하면, 순발력과 같은 근력 요인과 동적 평형성 및 고유수용성 능력을 향상하기 위해서는 인체 중심부 근육 및 다양한 근육을 향상할 수 있는 운동이 필수적이라 볼 수 있다. 특히 관절 위치감각 증진을 위해서는 국소적 부하보다 전신적 부하가 더 효과적이라는 보고는 태권도 시범선수에게 고려해야 할 연구 결과로 생각한다.

5. 결론

8주간의 플라이오메트릭 훈련으로 태권도 시범선수의 순발력과 배근력, 동적 평형성 및 관절 위치감각에 미치는 영향을 검증하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 제자리높이뛰기와 멀리뛰기 및 배근력에서 유의한 운동의 효과가 있었다. 동적 평형성은 후방 바깥쪽과 후방 안에서 유의한 운동의 효과가 있었다. 또한 관절 위치감각은 원발 15° 와 45° 에서 유의한 감소가 있었다. 결론적으로 8주간의 플라이오메트릭 훈련은 태권도 시범선수의 순발력과 동적 평형성 및 관절 위치감각에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

References

1. J. H. Noh, B. S. Kim “The Effects of service quality of Taekwondo demonstration performance as sports culture content on audience behavior”, *The Korean Society of Sports Science*, Vol 25, No1 pp.295-310, (2016).
2. T. W. Kwon, H. S. Cho, “A Study on the Way of Training for physical fitness for players of Tae Kwon Do Demonstration and Gyurugi(Competition)”, *The Korean Society of Sports Science*, Vol 26, No4 pp.1217-1225, (2017).
3. T. W. Kwon, H. S. Cho, J. S. Eo. “The Analysis about specialty body strength Factor of National Taekwondo Team and Poomsae Players”, *The Korean Society of Sports Science*, Vol 27, No5 pp.1401-1409, (2018).
4. R. P. Lystad, H. Pollard, P. L. Graham, “Epidemiology of injuries in competition Taekwondo”, *Journal of Science and Medicine Sport*, Vol 12, No6 pp.614-621, (2009).
5. A. Filipa, R. Byrnes, M. V. Paterno, G. D. Myer, T. E. Hewett, “Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes”, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol 40, No9 pp.551-558, (2010).
6. E. Stojanović, V. Ristić, D. T. McMaster, Z. Milanović, “Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes”, *Sports Medicine*, Vol 47, No5 pp.975-986, (2017).
7. K. C. Huxel Bliven, B. E. Anderson, “Core stability training for injury prevention”, *Sports Health*, Vol 5, No6 pp.514-522, (2013).
8. K. Kubo, M. Morimoto, T. Komuro, H. Yata, N. Tsunoda, H. Kanehisa, T. Fukunaga, “Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol 39, No10 pp.1801-1810, (2007).
9. B. M. Oh, H. J. Jang, Y. S. Heo, Effect of Plyometrics training on functional fitness and isokinetic muscle strength in young soccer players. *The Korean Society of Sports Science*, Vol 28, No2 pp.1109-1119, (2019).
10. D. W. Choi, “Effect of Plyometrics training on isokinetic lower extremity muscle strength in high school women tennis players”, *The Korean Society for Physical Education*, Vol 11, No2 pp.57-64, (2006).
11. I. Bouteraa, Y. Negra, R. J. Shephard, M. S. Chelly, “Effects of combined balance and plyometrics training on athletic

- performance in female basketball players”, *Journal of Strength Conditioning and Research*, Vol 34, No7 pp.1967–1973, (2018).
12. H. M. Lee, S. Oh, J. W. Kwon, “Effect of Plyometric versus Ankle Stability Exercises on Lower Limb Biomechanics in Taekwondo Demonstration Athletes with Functional Ankle Instability”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 17, No10 pp.3665–3675, (2020).
 13. S. Hillier, M. Immink, D. Thewlis, “Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities”, *Neurorehabilitation and Neural Repair*, Vol 29, No10 pp.933–949, (2015).
 14. B. C. Clark, J. R. Pierce, T. M. Manini, “Effect of prolonged unweighting of human skeletal muscle on neuromotor force control”, *European Journal of Applied Physiology*, Vol 100, No1 pp.53–62, (2007).
 15. P. J. Plisky, M. J. Rauh, T. W. Kaminski, F. B. Underwood, “Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players”, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, Vol 36, No12 pp.911–919, (2006).
 16. D. H. Kim, J. S. Park, “The Effects of Multidimensional Perfectionism of Taekwondo Demonstration Members on Their Exercise Adherence and Satisfaction”, *Taekwondo Journal of Kukkiwon*, Vol 10, No3 pp.233–254, (2019).
 17. D. W. Kang, H. E. Kim, “Biomechanical Comparisons among Back Somersault, Back Somersault 1 Step and 2 Step Kicks in Male High School Taekwondo Demonstration Team”. *Taekwondo Journal of Kukkiwon*, Vol 10, No2 pp.197–215, (2019).
 18. M. Lesinski, O. Prieske, U. Granacher, “Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta–analysis”, *British Journal of Sports Medicine*, Vol 50, No13 pp.781–795, (2016).
 19. M. Beato, M. Bianchi, G. Coratella, M. Melini, B. Drust, “Effects of plyometric and directional training speed and jump performance in elite youth soccer players”, *Journal of Strength Conditioning Research*, Vol 32, No2 pp.289–296, (2018).
 20. J. D. Mayer, R. D. Roberts, S. G. Barsade, “Human abilities: Emotional intelligence”, *Annual Review of Psychology*, Vol 59, No10 pp.507–536, (2008).
 21. A. A. Bedoya, M. R. Miltenberger, R. M. Lopez, “Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes”, *Journal of Strength Conditioning Research*, Vol 29, No8 pp.2351–2360, (2015).
 22. A. F. Silva, F. A. Clemente, R. Lima, P. T. Nikolaidis, T. Rosemann, B. Knechtle, “The Effect of Plyometric Training in Volleyball Players”, *International Journal of Environmental Reserch and Public Health*, Vol 16, No16 pp.2960–2970, (2019).
 23. N. J. Chimera, K. A. Swanikt, C. Buz Swanik, S. J. Straub, “Effects of plyometric training on muscle–activation strategies and performance in female athletes”, *Journal of Athletic Training*, Vol 39, No1 pp.24–31, (2004).
 24. R. Benis, M. Bonato, A. L. Torre, “Elite female basketball players' body–weight neuromuscular training and performance on the Y–balance test”, *Journal of Athletic Training*, Vol 51, No9 pp.688–695, (2016).
 25. P. J. Plisky, P. P. Gorman, R. J. Butler, K. B. Kiesel, F. B. Underwood, B. Elkins, “The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test”, *North American Journal of Sports Physical Therapy*, Vol 4, No2 pp.92–102, (2009).
 26. B. R. Wilson, B. R., Robertson, K. E., Burnham, J. M., Yonz, M. C., Ireland, M.

- L., Noehren, "The Relationship Between Hip Strength and the Y Balance Test", *Journal of Sport Rehabilitation*, Vol 27, No5 pp.445-450, (2018).
27. B. D. Beynnon, P. A. Renstrom, D. M. Alosa, J. E. Baumhauer, P. M. Vacek, "Ankle ligament injury risk factors", *Journal of Orthopedic Research*, Vol 19, No2 pp.213-220, (2001).
28. J. E. Earl, J. Hertel, "Lower extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Test", *Journal of Sport Rehabilitation*, Vol 10, pp.93-105, (2001).
29. D. Pincivero, B. Bachmeier, A. Coelho, "The effects of joint angle and reliability on knee proprioception", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol 33, No10 pp.1708-1712, (2001).
30. Y. N. Cha, J. K. Oh, "Difference of Lower Extremity, Trunk Muscle Strength, Balance Ability and Proprioception among Korea National Taekwondo Demonstration Player, Competition Player and Trainee", *Sports Science*, Vol 33, No2 pp.175-184, (2016).
31. Y. D. Yun, "Effects of resistance exercise in the static proprioception of knee joint and functional performance in elderly", Dept of rehabilitation public health, Yonjin University. Master's thesis, (2007).
32. S. R. Jeong, S. K. Lee, "The Effect of Functional exercise of lower limb on Knee Joint muscular function and Proprioceptive Position Sense", *The Korean Society of Science and Art*, Vol 23, pp.309-316, (2016).
33. N. Romero-Franco, P. Jiménez-Reyes, "Effects of Warm-Up and Fatigue on Knee Joint Position Sense and Jump Performance". *Journal of Motor Behavior*, Vol 49, No2 pp.117-122, (2016).
34. B. K. Schiling, M. J. Falvo, R. E. Karlage, "Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol 23, No4 pp.211-216, (2009).
35. B. T. Zazulak, T. E. Hwett, N. P. Reeves, B. Goldberg, J. Cholewiciki, "Deficit in neuro muscular control of the trunk predict knee injury risk", *American Orthopaedic Society for Sport Medicine*, Vol 35, No7 pp.1123-1130, (2007).
36. S. Ghai, M. Driller, I. Ghai, "Effects of joint stabilizers on proprioception and stability", *Physical Therapy in Sport*, Vol 25, No18 pp.65-75, (2017).
37. M. J. Navarro-Santana, I. Asin-Izquierdo, G. F. Gómez-Chiguano, D. Albert-Lucena, G. Plaza-Manzano, A. Pérez-Silvestre, "Effects of two exercise program on joint position sense, dynamic balance and countermovement jump in male amateur football players", *Journal of Sports Science*, Vol 38, No22 pp.2620-2630, (2020).