

배드민턴에서 롱 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동역학적 변인과의 관계

The Relationship between the Accuracy of Long Service Receive in Badminton and Biomechanical Variables of Single-leg Vertical Jump

정영근(전주생명과학고등학교 코치) · 이영성(한국체육대학교 박사) · 하성희(연세대학교 박사) · 박상균*(한국체육대학교 교수)

Young-Geun Jung Jeon-Ju Life Science High School · Young-Seong Lee Korea National Sport University · Sunghe Ha YonSei University · Sang-Kyoon Park* Korea National Sport University

요약

본 연구는 배드민턴에서 롱 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동역학적 변인 간의 상관관계를 분석하는 것이 목적이다. 본 연구를 수행하기 위해 대학 배드민턴 선수 20명(나이: 20.4 ± 0.9 year, 체중: 68.2 ± 9.0 kg, 키: 173.5 ± 7.9 cm, 경력: 11.1 ± 1.3 year)이 참여하였다. 롱 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동역학적 변인(하지 관절 각, 관절 각속도, 관절 모멘트, 관절 파워, 지면반력)과의 상관관계 분석을 위해 Pearson's correlation을 수행하였다. 본 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 롱 서비스 리시브 정확성과 외 발 수직 점프의 비행 시간 사이에는 높은 상관관계가 관찰되었다. 둘째, 외 발 수직 점프 시 롱 서비스 리시브 정확성과 발목 관절의 최대 및 E1에서의 발등 굽힘 각도, 발목 관절의 최대 발바닥 굽힘 모멘트, 무릎 및 엉덩 관절의 최대 펌 모멘트, 무릎 관절의 최대 파워 사이에는 보통의 상관관계가 관찰되었다. 셋째, 외 발 수직 점프 시 롱 서비스 리시브 정확성과 엉덩 관절의 E2에서의 신전 각속도, 발목 관절의 최대 파워 사이에는 높은 상관관계가 관찰되었다. 본 연구 결과를 통해 배드민턴에서 롱 서비스 리시브의 정확성을 향상시키기 위해서는 발목 및 무릎 관절의 파워를 강화시킬 필요가 있다.

Abstract

The purpose of this study is to analyze the correlation between the accuracy of long service receive in badminton and the biomechanical variables of single-leg vertical jump. Twenty college badminton players (age: 20.4 ± 0.9 years, body weight: 68.2 ± 9.0 kg, height: 173.5 ± 7.9 cm, experience: 11.1 ± 1.3 years) have participated in this study. The correlation between the accuracy of the long service receive and biomechanical variables of a single-leg vertical jump were analyzed by Pearson's correlation. First, a high correlation was observed between flight time in single-leg vertical jump and accuracy of long service receive. Second, there is a moderate relationship between the accuracy of long service receive and peak dorsi-flexion angle at E1, peak plantar-flexion moment, peak knee and hip extension moment and peak knee joint power. Third, a high correlation was observed between the accuracy of long service receive and peak hip extension angular velocity at E2, peak ankle joint power. Based on the results, it is necessary to strengthen the ankle and knee joints through training such as squat jump, lunge jump, and sergeant jump to improve the accuracy of long service receive.

Key words : Badminton doubles match, Fixed height service scheme, Joint power, Racket sport, Sargent jump

* spark@knsu.ac.kr

이 연구는 정영근의 석사학위 논문을 바탕으로 작성되었음.

I. 서론

최근 배드민턴(badminton) 복식 경기는 기존의 평범한 공격이나 수비가 아닌 빠른 네트 플레이(net play)와 서비스 기술(service)을 주도하는 플레이로 바뀌었다. 이 중 서비스 기술은 경기 시작부터 빠르고 정확히 공격적으로 서비스함으로써 게임을 쉽게 주도할 수 있으며, 이를 통해 승리 확률을 높이고 경기의 승패를 좌우할 수 있다(도영인, 2019). 더욱이 2019년부터 선수 간 신장 차이에 따른 불공정한 영향을 개선하고자 1.15m 높이 이하로만 서비스를 허용하는 고정높이 서비스제(fixed height system)가 도입되면서(최인영, 2018), 롱 서비스(long service)에 의한 폴트율(fault rate)은 감소되고 공격적인 서비스의 빈도는 증가되었다(김묘정, 2009). 이와 같이 서비스 기술은 점수를 쉽게 획득하고 불리한 상황에서 분위기를 반전시킬 수 있는 중요한 기술로 자리 잡으면서 많은 복식 선수들은 서비스 기술에 많은 노력과 시간을 투자하게 되었다(하태권, 김흥기, 구해모 및 박종철, 2010).

배드민턴 경기에서 상대의 서비스를 받아 넘기는 기술을 리시브(receive)라 한다. 고정높이 서비스제 이전에는 롱 서비스 폴트에 대한 기준이 모호하고 심판의 재량에 따라 롱 서비스의 성공 유무가 판단되었기 때문에 롱 서비스의 빈도가 낮았지만, 고정높이 서비스제 이후에는 숏 서비스(short service)보다 롱 서비스의 사용빈도가 증가되면서 성공적인 롱 서비스 리시브가 중요하게 되었다. 성공적인 롱 서비스 리시브를 수행하기 위해서는 지면을 순간적으로 빠르고 강하게 밀어 차 신체를 뒤로 이동시키는 것이 중요하다. 이러한 동작은 서를륙을 선수 앞쪽에 위치시킴으로써 라켓을 충분히 가속할 수 있는 시간적 여유를 마련할 수 있으며, 스매시와 같이 빠르고 강한 기술을 구사하여 점수를 쉽게 획득할 수 있다. 하지만 신체를 뒤로 이동시키는 동작은 앞으로 이동시키는 것보다 체력소모가 크고 더 많은 하지 근력이 요구되기 때문에(Flynn & Soutas-Little, 1993; Irawan, 2017) 하지 근력을 향상시키는 훈련이 필요하다. 이에 배드민턴 선수들은 롱 서비스 리시브 기술을 향상시키기 위해 후방 점프 시 사용되는 근육(발목 관절의 발바닥 굽힘근·가자미근, 복지근, 무릎 및 엉덩 관절의 신전근·대퇴직근, 대둔근)과 동일하게 사용되는 외 발 수직 점프 동작으로 훈련을 수행하고 있다(박해찬, 김남익, 양혜림, 서태범 및 노희태, 2015; 양정수, 유신환, 변용현, 김태수 및 박해찬, 2013; DeVita & Stribling, 1991). 도약 시 발생하는 하지의 신전근은 급격히 수축하면서 힘이 발생하는데, 이때의 근력과 근 수축의 속도가 지면을 미는 반작용으로 작용하여 신체가 점프할 수 있는 추진력을 제공해준다(Brooks, 1987).

국내 다수의 운동역학적 관점에서의 배드민턴 연구들은 푸시(김영희, 2011)나 백핸드 하이클리어(김호목, 서정석 및 이상연, 2014), 백핸드 드롭(김호목, 이기청, 심운식, 윤태호 및 이상연, 2016), 헤어핀(박상균, 이미숙, 윤석훈, 이동수 및 김태삼, 2012), 스매시(송영국 및 주명덕, 2012), 스매시 드롭(신광수 및 김갑선, 2015)등과 같은 공격 기술을 향상시키기 위한 목적으로 연구들이 선행되었다. 하지만 최근 2019년도부터 고정높이 서비스 제도가 도입된 이후,

롱 서비스의 비중이 증가되고 중요성이 대두되는 현시점에서 롱 서비스 리시브 기술의 향상이나 리시브 훈련 방법에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다.

두 동작 간 사용하는 근육이 동일하여 실제 훈련에서 외 발 수직 점프를 수행하고 있지만, 실제 훈련에서 수행되는 외 발 수직 점프가 후방 점프를 통한 리시브의 성공확률 즉, 리시브의 정확성에 얼마만큼 영향을 주는지에 관계성을 과학적으로 검증할 필요가 있다. 이에 본 연구의 목적은 롱 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동역학적 변인 변인(체공 시간, 하지 관절 각 및 각 속도, 관절 모멘트, 관절 파워) 간 상관관계를 분석하여 배드민턴 지도자와 선수들에게 리시브 훈련법의 과학적 근거자료를 제공함으로써 배드민턴 경기력을 향상시키는 방안을 제시하는데 있다. 본 연구의 가설은 다음과 같다: 첫째, 롱 서비스 리시브의 정확성과 체공 시간은 높은 상관관계를 가질 것이다. 둘째, 롱 서비스 리시브의 정확성과 발목 관절의 모멘트, 파워 간 높은 상관관계를 가질 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 대학 배드민턴 선수 20명(남: 12명, 여: 8명)을 선정하였으며, 3개월 내 신체 부상이 없고 훈련 및 경기에 참여 가능하며 대한배드민턴협회에 선수로 등록이 되어 있는 선수로 제한하였다. 본 연구의 대상자 특성은 <표 1>과 같다. 본 연구는 연구기관 내 생명윤리위원회에서 심의 승인(승인번호: 20200518-035)을 받은 후 연구를 수행하였으며, 모든 연구 대상자에게 실험 수행 전 연구 목적을 설명 후 자발적 동의하에 수행하였다.

표 1. 연구 대상자 특성 (Mean±SD)

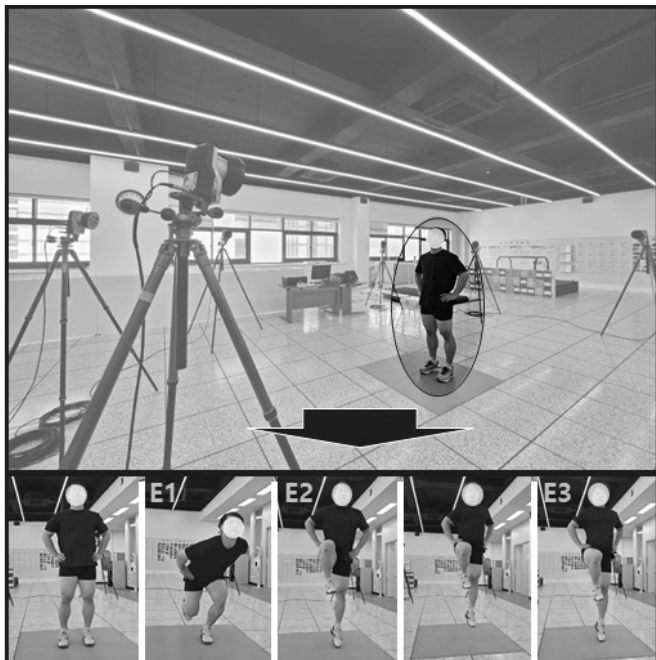
	n=10	Male (n=12)	Female (n=8)	Total (n=20)
Age (yrs.)		20.3±0.9	20.4±1.1	20.4±0.9
Height (cm)		178.4±5.2	166.1±4.6	173.5±7.9
Weight (kg)		73.7±6.7	59.9±4.0	68.2±9.0
Experience (yrs.)		11.4±1.2	10.6±1.5	11.1±1.3

2. 측정 방법

본 실험은 외 발 수직 점프의 동작분석과 롱 서비스 리시브의 정확성을 측정하였다. 외 발 수직 점프의 동작 분석은 8대의 적외선 카메라(Oqus 300, Qualysis, USA; sampling rate: 100 Hz)와 지면 반력기(BP 1200 1200, AMTI, USA; sampling rate: 1,000 Hz)를 사용했으며, 점프 수행 전 10분간 준비운동과 3번의 외 발 점프 동작을 연습하였다. 연습 후 동작을 모델링하기 위해 타이즈로 환복하여 하지에 반사 마커와 클러스터를 부착하였다. 외 발 수직 점프는 롱 서비스 리시브 시 뒤로 움직이는 비 주동측 발로 지면반력기

위에서 수행되었으며, 이 때 팔의 반동을 통제하기 위해 손으로 허리를 잡도록 하였고 점프 시 최대한 높이 점프하도록 요청하였다. 점프 중 손이 허리에서 떨어지거나 착지 시 주동발이 바닥에 닿을 경우에는 실패로 간주하였다. 동작 수행 시, 성공적으로 수행된 5회의 점프 동작을 수집하였으며, 충분한 휴식 후 다시 5회의 성공적인 점프 동작을 수집하여 총 10회의 동작을 분석하였다(그림 1). 각 동작 사이에는 충분한 휴식시간을 주었다.

롱 서비스 리시브의 정확성은 훈련에 사용하는 프로토콜로 배드민턴장에서 평가되었다. 모든 연구 대상자들은 평가 전 10분간 준비운동을 하였으며, 평가 시 리시브 준비자세에서 롱 서비스가 오면 스매시로 리시브하여 목표지점에 도달할 수 있도록 요청하였다. 리시브의 목표지점은 훈련 시 선수들에게 적용되는 리시브 목표지점으로써, 복식 경기의 롱 서비스 라인으로부터 1m 앞과 단식 경기의 사이드라인 안쪽으로 0.4m²의 공간으로 설정하였다(그림 2). 롱 서비스는 대회 경험이 많고, 경기 서비스 시 폴트 기록이 없는 선수로 선정하여 서비스를 일관성 있도록 수행하였으며, 연구 대상자들이 서비스를 예측하지 못하도록 좌측과 우측으로 롱 서비스(좌: 10회, 우: 10회)와 숏 서비스(좌: 5회, 우: 5회)를 혼합하여 무작위로 총 30회의 서비스를 수행하였다. 롱 서비스 리시브의 정확성은 목표지점에 도달한 횟수를 20번의 롱 서비스 횟수로 나누어 백분율로 산출하였으며, 리시브 시 셔틀이 목표지점에 도달하지 못하거나 롱 서비스 리시브의 첫 스텝이 비주동측 발이 아닌 경우에는 실패로 간주하였다(그림 2).



E1: 무릎이 최대 굽혀지는 시점, E2: 지면에서 발이 떨어지는 시점
E3: 발이 지면에 닿는 시점

그림 1. 외 발 수직 점프.

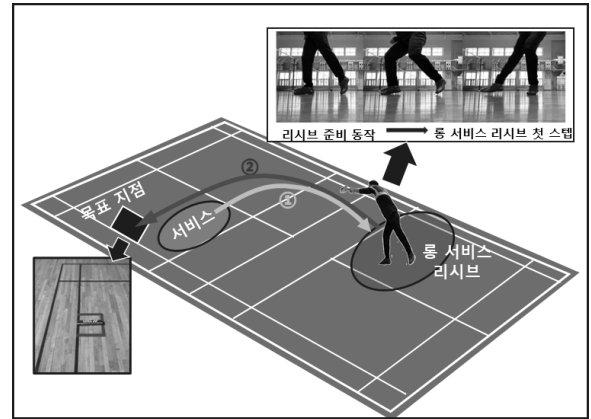


그림 2. 롱 서비스 리시브 목표 지점과 스텝.

3. 자료 처리

본 연구에서 외 발 수직 점프 동작의 위치자료와 지면반력 자료는 A/D board (analog-digital board)를 통해 동조(synchronization)하였으며, Qualisys Track Manager software 2015 (Qualisys, Sweden)를 통해 측정 자료를 수집하였다. 자료 수집 시 발생한 자료의 오류(noise)를 최소화하기 위해 위치 자료는 2nd bi-directional lowpass-filter (cut off frequency: 6Hz)를 하였으며, 지면반력 자료는 2nd lowpass-filter (cut off frequency: 50Hz)를 수행하였다. 외 발 수직 점프의 운동학 및 운동역학적 변인을 산출하기 위해 점프 시 무릎이 최대 굽혀지는 시점(E1)과 지면에서 발이 떨어지는 시점(E2), 발이 지면에 닿는 시점(E3), E1에서 E2까지의 구간을 각각 분석하였으며, Visual 3D (C-Motion, USA)를 통해 산출하였다(그림 1).

4. 분석 변인

본 연구에서 외 발 수직 점프 동작은 체공시간(flight time)과 주동측의 지면반력(ground reaction force), 시상면(sagittal plane)에서의 관절 각도(joint angle)와 관절 각속도(joint angular velocity), 관절 모멘트(joint moment), 관절 파워(joint power)를 분석하였다. 지면반력은 체중으로 표준화(normalization)하였으며, 지면반력을 제외한 모든 변인은 시간으로 표준화하여 백분율로 나타내었다. 체공시간은 점프 시 지면에서 발이 떨어지는 시점(E2)에서 발이 지면에 닿는 시점(E3)까지의 시간으로 산출하였으며, 지면반력은 좌(-)-우(+), 전(+)-후(-), 수직 지면반력을 산출하여 분석하였다. 관절 각도는 cardan의 X-Y-Z 회전행렬을 사용하였으며, 관절 각속도는 중앙차분법(central difference method)으로 산출하였다. 하지 관절의 발목 관절 움직임은 발등굽힘(dorsi flexion)을 (+), 발바닥 굽힘(plantar flexion)을 (-)로 설정하였으며, 무릎 및 엉덩 관절은 굽힘(flexion)을 (+), 펴기(extension)을 (-)로 설정하였다. 롱 서비스 리시브의 정확성은 리시브를 목표 지점까지 도달한 횟수를 총 롱 서비스 리시브 횟수 20회로 나누어 백분율로 나타내었다.

표 2. 룡 서비스 리시브의 정확성과 체공 시간 간 상관관계

	M±SD	r(p)
Receive accuracy (%)	31.13±11.58	.71(.01)*
Flight time (sec)	0.37±0.04	

*: indicates significant difference ($p < .05$)
Values are expressed as mean±standard deviation (M±SD)

5. 통계 분석

본 연구는 룡 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동학 및 운동역학적 변인 간 상관관계를 분석하기 위해 SPSS 24 통계프로그램(IBM, USA)을 통해 피어슨의 정률 상관관계 분석(Pearson's product moment correlation)을 수행하였다. 상관관계수(r)는 계수의 정도에 따라 정적 및 부적 상관관계로 나타나며, 매우 높은 상관관계(0.8~1.0)와 높은 상관관계(0.6~0.8), 보통의 상관관계(0.4~0.6), 낮은 상관관계(0.2~0.4), 매우 낮은 상관관계(0~0.2)로 상관 정도를 나누었다(Colton, 1974). 통계적 유의수준 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

룡 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 체공 시간 간 상관관계는 높은 정적 상관관계($r = .71$)가 나타났다($p < .05$; 표 2). 룡 서비스 리시브의 정확성과 좌-우, 전-후, 수직 지면반력에서는 상관관계가 나타나지 않았다($p > .05$; 표 3).

룡 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 하지 관절각과의 상관관계에서는 발목 관절의 발등굽힘각이 E1에서 보통의 정적 상관관계($r = .49$)가 관찰되었으며($p < .05$; 표 4), 하지 관절 각속도와 외의 상관관계에서는 엉덩 관절의 폼 각속도가 E2에서 높은 정적 상관관계($r = .64$)가 나타났다($p < .05$; 표 4). 그 외 운동학적 변인과의 상관관계는 관찰되지 않았다($p > .05$; 표 4).

룡 서비스 리시브의 정확성과 하지 관절 모멘트와의 상관관계에서 발목 관절의 최대 발바닥 굽힘 모멘트는 보통의 부적 상관관계($r = -.58$)가 나타났으며($p < .05$; 표 4), 무릎 및 엉덩 관절의 최대 폼 모멘트는 각각 보통의 정적 상관관계($r = .49$, $r = .45$)가 관찰되었다($p < .05$; 표 4). 하지 관절 파워와의 상관관계에서는 발목 관절의 최대 관절 파워에서 높은 정적 상관관계($r = .66$)이 나타났으며($p < .05$; 표 4), 무릎 관절의 최대 관절 파워에서 보통의 정적 상관관계($r = .46$)가 관찰되었다($p < .05$; 표 4). 그 외 운동역학적 변인과의 상관관계는 관찰되지 않았다($p > .05$; 표 4).

표 3. 룡 서비스 리시브의 정확성과 지면반력 간 상관관계

	M±SD r(p)	E1	E2	Maximum medial/anterior	Maximum lateral/posterior
GRF (BW)	Medial (-) Lateral (+)	0.01±0.01 .22(.35)	0.01±0.01 .17(.48)	-0.03±0.01 -.18(.45)	0.05±0.01 .25(.29)
	Anterior (+) - Posterior (-)	0.04±0.04 -.09(.69)	0.05±0.01 .25(.28)	0.08±0.02 -.30(.20)	-0.16±0.03 .09(.72)
	Vertical	1.69±0.26 .09(.72)	0.13±0.03 -.21(.38)		1.97±0.19 .23(.32)

*: indicates significant difference ($p < .05$)
Values are expressed as mean±standard deviation (M±SD)
Abbreviation: E1, event of peak knee flexion during one-leg vertical jump; E2, event of toe-off from ground; GRF, ground reaction force

표 4. 룡 서비스 리시브의 정확성과 하지 관절 각, 관절 각속도, 관절 모멘트, 관절 파워 간 상관관계

		E1		E2		Maximum	
		M±SD	r(p)	M±SD	r(p)	M±SD	r(p)
Joint angle (°)	Ankle	27.13±4.31	.49(.03)*	-27.03±4.49	-.16(.49)	-	-
	Knee	-77.91±83.47	-.26(.27)	-3.61±4.37	.09(.07)	-	-
	Hip	-62.07±7.45	.16(.51)	-9.03±4.94	.23(.33)	-	-
Joint angular velocity (°/s)	Ankle P.F(-)	-4.24±5.56	.36(.88)	-565.70±79.02	-.11(.64)	-669.98±76.35	.23(.33)
	Knee Ext.(+)	-0.06±2.86	.16(.51)	405.82±66.02	-.44(.05)	662.26±56.77	.15(.54)
	Hip Ext.(+)	-20.64±21.46	.08(.74)	181.94±55.66	-.64(.01)*	353.40±44.96	.08(.75)
Joint moment (N·m/kg)	Ankle P.F(-)	-1.46±0.27	-.15(.52)	-0.24±0.05	-.20(.40)	-2.13±0.17	-.58(.01)*
	Knee Ext.(+)	2.11±0.33	.39(.09)	-0.42±0.09	-.41(.18)	2.37±0.29	.49(.03)*
	Hip Ext.(+)	2.15±0.46	.36(.11)	0.02±0.12	-.31(.19)	2.28±0.43	.45(.05)*
Joint power (W/kg)	Ankle	0.10±0.14	-.09(.73)	2.48±0.60	.26(.28)	13.98±1.91	.65(.01)*
	Knee	-0.01±0.10	.16(.51)	-3.05±0.64	-.09(.70)	12.51±2.36	.46(.04)*
	Hip	-0.87±0.97	-.01(.98)	-0.20±0.38	.24(.31)	0.41±0.62	.26(.27)

*: indicates significant difference ($p < .05$)
Values are expressed as mean±standard deviation (M±SD)
Abbreviation: E1, event of peak knee flexion during one-leg vertical jump; E2, event of toe-off from ground; Ext., extension; P.F, plantar flexion

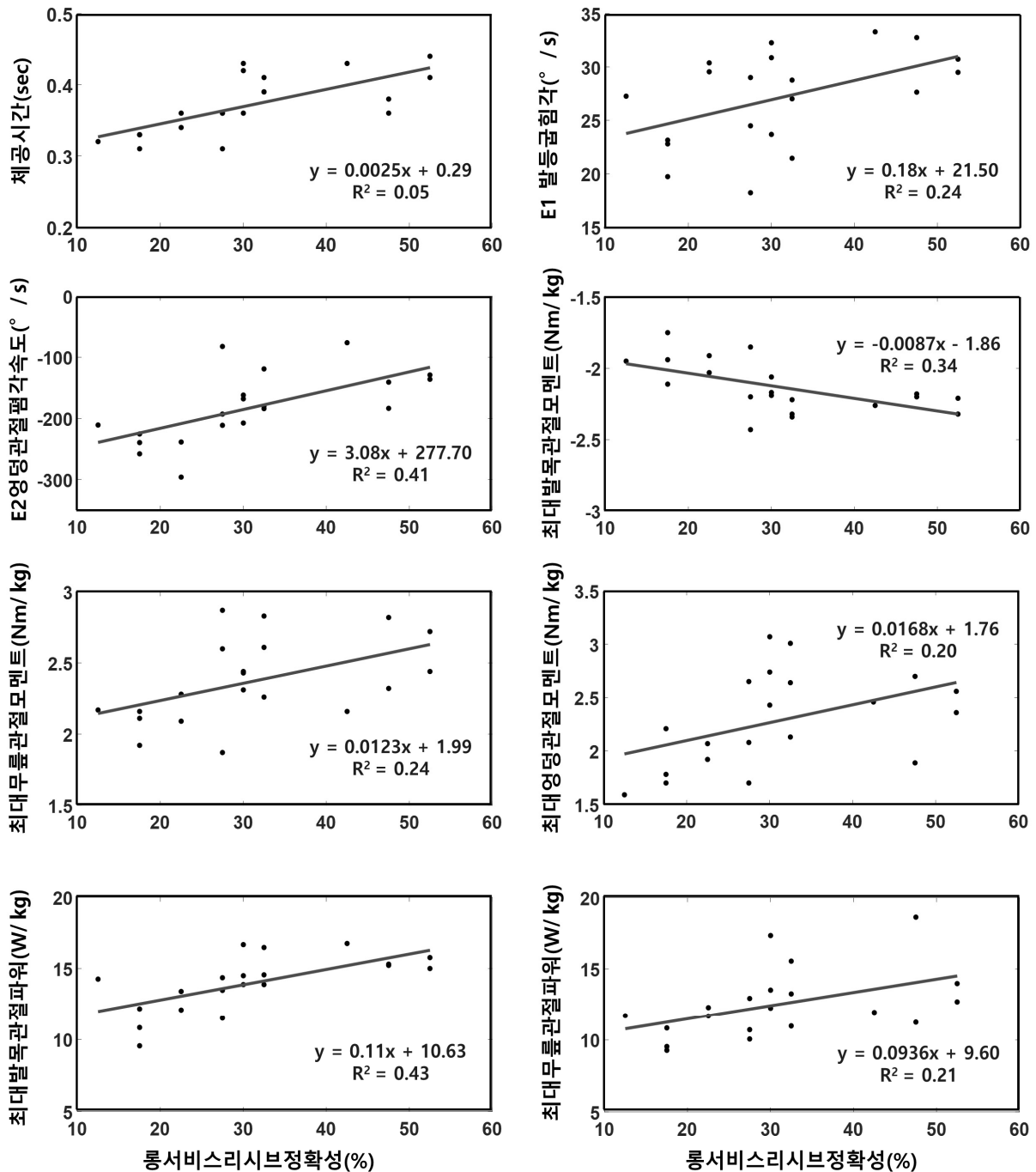


그림 3. 롱 서비스 리시브의 정확성과 운동역학적 변인 간 상관관계 그래프.

IV. 논의

본 연구는 롱 서비스 리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 운동역학적 변인 간 상관관계를 분석하여 배드민턴 지도자 및 선수들에게 효과적이고 공격적으로 롱 서비스 리시브를 구사할 수 있는 훈련 방법을 제시하고 이에 대한 과학적 자료를 제공하고자 수행되었다.

우선, 외 발 수직 점프의 체공 시간이 증가할수록 롱 서비스 리시브의 정확도가 높아지는 높은 정적 상관관계가 나타났다. 경기 시, 배드민턴 셔틀콕은 약 300km/h 이상의 속도로 매우 빠르게 나아간다(구해모, 2005). 때문에 선수들은 자신의 코트 범위 내에서 짧은 시간 빠르게 움직이고 공격적인 기술을 구사해야만 경기 흐름의 주도권을 장악할 수 있다. 공격적인 기술을 빠르고 정확하게 성공시키기 위해서는 셔틀콕을 자신의 몸 앞에 위치시킨 후 팔과

어깨를 충분히 회전시켜 셔틀콕을 강하게 타격해야 한다. 롱 서비스 리시브도 이와 같은 원리가 적용된다. 서비스 시, 선수는 순간적으로 몸을 빠르게 뒤로 이동시켜 셔틀콕을 몸 앞에 둠으로써 라켓을 가속시킬 수 있는 시간을 충분히 마련하고, 리시브 시 스매시와 같이 빠르고 강한 기술을 구사함으로써 상대 선수로부터 쉽게 점수를 획득할 수 있다. 이를 위해 실제 훈련 현장에서는 외 발 수직 점프를 수행함으로써 후방 점프 시 사용되는 근육군(발목 관절의 발바닥 굽힘근-가자미근, 복지근, 무릎 및 엉덩 관절의 신전근-대퇴직근, 대둔근)을 강화시키고 있다. 따라서 외 발 수직 점프의 체공 시간이 증가할수록 롱 서비스 리시브의 성공률 즉, 정확도가 높아졌을 것으로 판단된다. 이처럼 수직 점프는 체공시간을 증가시키고 배드민턴의 순발력을 향상시킬 수 있는 방법으로써 배드민턴의 성공적인 기술 수행을 위한 훈련 및 평가 방법으로 고안할 수 있을 것으로 사료된다(Aragon-Vargas & Gross, 1997; Vanezis & Lees, 2005).

리시브의 정확성과 외 발 수직 점프의 하지 관절 각 간 상관관계를 살펴보면, 최대 무릎 굴곡 시점(E1)에서 발등굽힘 각도가 클수록 리시브의 정확성이 높아지는 상관관계가 나타났다. 반면 무릎 및 엉덩 관절에서는 상관관계가 나타나지 않았는데 이는 리시브 시 수행되어지는 후방 점프와 훈련 시 수행되는 수직 점프 간 점프의 동작이 다르기 때문이라 사료된다. 선행연구에 따르면, 수직 점프는 장딴지근과 가자미근, 넙다리 네갈래근, 불기근의 신장-단축이 빠르고 강할수록 더 큰 수직 추진력을 발현시킬 수 있다고 보고되었다(Bosco et al., 1982; Hall, 2014; Komi & Bosco, 1978; Svantesson et al., 1994). 즉, 발목 관절과 무릎, 엉덩 관절의 가동범위를 증가시키고 이에 수직 점프의 추진력을 증가시켜 효율적인 수직 점프를 수행할 수 있다(이해동, 2016). 하지만 롱 서비스 리시브 동작은 수직 점프가 아닌 후방 점프로 수행되어진다. 롱 서비스 리시브의 정확성을 높이기 위해서는 강하고 빠르게 후방 점프하여 신체가 셔틀콕보다 뒤에 위치해야 한다. 때문에 모든 연구 대상자들은 발목 관절의 발등 굽힘을 최대로 사용함으로써 후방으로 더 큰 추진력을 발현시켜 체공시간을 향상시켰을 것으로 사료된다. 실제 경기에서는 상대방 선수가 롱 서비스를 높게 주지 않고 리시브하는 선수의 머리 높이 정도로만 서비스를 주는데, 이때 리시브를 하는 선수는 신체 무게 중심이 실려 있는 몸 앞쪽 비주동측 다리의 발목 관절을 순간적으로 빠르고 강하게 지면을 밀음으로써 후방 이동을 한다. 또한, 후방 점프 시, 무릎 및 엉덩 관절을 최대로 사용하게 되면, 후방으로의 이동이 느려지고 더 큰 근력을 사용하기 때문에 리시브의 정확성이 떨어지므로 본 연구 결과와 같이 발목 관절각이 리시브 정확성과 상관관계가 나타난 반면 무릎 및 엉덩 관절 각 간 상관관계가 나타나지 않은 것으로 사료된다. 따라서 성공적으로 롱 서비스 리시브를 수행하기 위해서는 후방 점프 시 발목 관절의 가동범위를 억제하지 않고 충분히 확보하여 큰 스텝으로 충분한 체공시간을 마련해야 할 것으로 판단된다.

리시브의 정확성과 하지 관절 각속도와의 상관관계에서는 수직

점프 시 발이 떨어지는 시점(E2)에서 엉덩 관절의 폼 각속도가 클수록 리시브의 정확성이 높아지는 상관관계가 나타났다. 실제 경기에서 선수들의 리시브 동작을 살펴보면, 타격을 위한 충분한 체공시간을 마련하기 위해 강하게 후방 점프를 하고 동시에 엉덩 관절 폼을 통해 몸통을 빠르게 뒤로 젖힘으로써 셔틀콕을 몸 앞에 위치시킨다. 리시브 훈련법인 외 발 수직 점프는 발목과 무릎 및 엉덩 관절을 최대로 굽혔다가(E1) 발이 지면에서 떨어지는 시점(E2)까지 빠르게 폼을 함으로써 높게 점프한다(Hall, 2014; Svantesson et al., 1994). 이에 외 발 수직 점프에서의 엉덩 관절의 폼 각속도와 리시브 정확성 간 높은 상관관계가 나타났을 것으로 사료되며, 리시브 기술 외 배드민턴 공격 기술을 향상시키기 위한 훈련법으로도 적절한 훈련법이라 판단된다.

리시브 정확성과 하지관절 모멘트 간 상관관계에서는 발목 관절의 최대 발바닥 굽힘 모멘트와 무릎 및 엉덩 관절의 최대 폼 모멘트가 증가할수록 리시브 정확성이 높아지는 상관관계가 나타났다. 수직 점프 시 하지 관절 일량(work)에 대한 선행연구를 살펴보면, Fukushima & Komi(1987)은 엉덩 관절이 51%, 무릎관절 33%, 발목 관절 16%로 엉덩 관절의 기여가 매우 크다고 보고하였으며 Hubley & Wells(1983)은 무릎 관절이 49%, 엉덩 관절 28%, 발목 관절 23%로 무릎관절의 영향이 크다고 보고하였다. 또한, 주명덕(2010)과 Bobber & van Ingenau(1988)은 위 두 연구와는 달리 발목 관절이 수직 점프 수행에 더 큰 기여를 한다고 보고하였다. 이와 같은 선행연구의 결과들은 수직 점프 시 발목 관절과 무릎, 엉덩 관절의 기여도가 큼을 나타내고 있다. 본 연구의 결과를 살펴보면, 선행연구의 결과처럼 발목 관절과 무릎 및 엉덩 관절의 최대 모멘트에서 유의한 경향이 나타났으며, 롱 서비스 리시브의 정확성에서 상관관계가 나타났다. 서비스 시 리시브하는 선수는 서비스의 길이를 예측할 수 없기 때문에 신체무게중심을 비주동측 발 앞에 두어 신체를 재빠르게 움직일 수 있도록 한다. 롱 서비스가 오면 선수는 비 주동측 발을 강하게 차 후방 점프를 수행하는데, 이 때 발목 관절의 장딴지근과 가자미근, 무릎 관절의 넙다리네갈래근, 엉덩 관절의 불기근이 강하게 수축된다. 이와 같은 근의 협응은 신장반사를 활성화시켜 더 큰 근활성을 도모할 수 있게 한다. 이에 외 발 수직 점프 시 하지 관절의 최대 모멘트는 후방 점프 수행을 위한 하지의 근 활성화에 영향을 끼쳤을 것으로 사료된다.

리시브 정확성과 하지 관절 파워 간 상관관계에서는 발목 및 무릎 관절 파워가 증가할수록 리시브 정확성이 높아지는 상관관계가 나타났다. 관절 파워는 관절의 모멘트(회전력)와 회전 빠르기(각속도)를 통해 점프의 순발력을 나타내며, 효과적인 파워의 전달은 점프의 수행력에 긍정적 영향을 미친다(주명덕, 2010; Aragon-Vargas, et al., 1997). 본 연구 결과에서 수직 점프 시, 장딴지근과 가자미근, 무릎 관절의 넙다리네갈래근, 엉덩 관절의 불기근을 단축시켰다가 강하고 빠르게 신전시킴으로써 발목과 무릎의 관절 모멘트와 관절 각속도가 최대로 증가하였으며, 이에 파워에도 영향을 끼친 것으로 사료된다. 이에 하지 관절에서의 강한 모멘트와 빠른 폼은 후방 점프 시 셔틀콕이 앞에 올 수 있도록 충분한 체공

시간을 마련하여 자신이 원하는 위치에 서틀록을 리시브할 수 있을 것으로 판단된다. 실제 경기에서도 롱 서비스의 구질에 따라 원스텝 또는 투스텝으로 리시브를 하게 되는데, 발목과 무릎 관절의 빠른 순발력이 요구된다. 따라서 리시브의 정확성을 높이기 위해서는 단순히 지면을 밟는 것이 아니라 발목과 무릎 관절을 빠르고 강하게 발바닥 굽힘 및 펴는 것이 중요하겠다.

리시브의 정확성과 지면반력 간 상관관계에서는 전-후 및 좌-우, 수직 지면반력과 상관성이 발견되지 않았다. 이는 본 연구의 분석 동작이 최대 수직 점프이기 때문에 좌-우와 전-후, 수직 지면반력에서 차이가 나타나지 않았기 때문이라 사료된다. 하지만, 최대 높이로 수직 점프를 수행하기 위해서는 발목 관절의 종아리근과 가자미근, 무릎 관절의 넵다리네갈래근, 엉덩 관절의 볼기근을 빠르고 강하게 수축해야 하므로 리시브의 정확성을 높이기 위한 후방 점프에 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구 결과를 종합해 보면, 외 발 수직 점프는 롱 서비스 리시브의 정확성을 향상시키는데 도움이 되는 훈련으로 판단된다. 스포츠 현장에서 강조한 발목 관절 움직임뿐만 아니라 본 연구 결과 관찰된 무릎 관절 파워와의 관계를 통해 하지 파워를 향상시킬 수 있는 양발 스쿼트 점프나 런지 점프, 서전트 점프와 같은 훈련이 같이 수행된다면 롱 서비스 리시브 정확도를 향상시키는데 효과적일 것이다.

참고문헌

- 구해모(2005). **배드민턴 단식 선수의 상대 타구에 대한 예측 능력 향상 전략**. 국민 체육 진흥 공단 체육 과학 연구원.
- 김묘정(2009). 배드민턴 여자 복식 서비스 코스와 리턴 방향간의 관계. **한국사회체육학회지**, 35(2), 1143-1154.
- 김영희. (2011). **배드민턴 복식경기에서 숏 서비스 리시브의 푸시 동작에 대한 우수 선수와 비우수선수의 운동역학적 비교분석**. 미간행 석사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 김지태, 김성섭, 이효진(2014). 배드민턴 백핸드 리시브 시 숙련도에 따른 운동역학적 변인 비교 분석. **한국사회체육학회지**, 57(2), 913-923.
- 김호목, 서정석, 우상연(2014). 초등학교 배드민턴 선수의 백핸드 하이클리어 기술 향상을 위한 운동학적 및 근활동 분석. **한국초등체육학회지**, 20(1), 95-103.
- 김호목, 이기청, 심윤식, 윤태호, 우상연(2016). 초등학생 배드민턴 선수의 백핸드 드롭 동작 개선을 위한 운동학적 및 상지의 근활동 분석. **한국초등체육학회지**, 22(3), 81-9.

- 도영인(2019). **“2세트 변칙 서비스가 주요” 김소영-공희용이 전한 역전 우승의비결**. **스포츠서울**. Retrieved from <http://www.sportsseoul.com/news/read/825537#csidxde287a0cfb3dd70aee5a31fbf15e471>
- 박상균, 이미숙, 윤석훈, 이동수, 김태삼(2012). 배드민턴 헤어핀 동작 지도를 위한 역학적 기준과 동작의 일관성 분석. **한국사회체육학회지**, 49(2), 875-886.
- 박해찬, 김남익, 양혜림, 서태범, 노희태(2015). 점프 형태에 따른 수행 능력 차이가 고관절, 슬관절 및 족관절 등속성 근력 발달에 미치는 효과. **한국발육발달학회지**, 23(2), 165-170.
- 송영국, 주명덕(2012). 남자 고등학교 배드민턴 선수와 일반 학생간의 스매시 동작에 대한 운동역학적 비교 분석. **학교보건체육연구소 논문집**, 19(1), 65-90.
- 신광수, 김갑선(2015). 여자 배드민턴 선수의 스매시와 드롭 동작의 직선 및 크로스 타구에 관한 운동역학적 분석. **한국체육교육학회지**, 20(2), 75-88.
- 양정수, 유신환, 변용현, 김태수, 박해찬(2013). 성인 남성의 하지 등속성 근력과 점프수행능력 간의 상관관계. **한국생활환경학회지**, 20(4), 444-450.
- 이재환, 권태용, 김운용(2020). 배드민턴 하이클리어 동작 시 숙련도에 따른 상체 및 상지 움직임의 역학적 비교 분석. **한국체육학회지**, 29(1), 793-802.
- 이해동(2016). The role of muscle-tendon interaction in vertical jumping. **한국체육과학지**, 27(3), 461-469.
- 주명덕(2010). 수직 점프 시 고관절 슬관절 족관절 모멘트의 시차적 연계분석. **학교보건·체육연구지**, 7(1), 339-408.
- 최인영(2018). 봄철종별배드민턴리그전, ‘고정 높이 서비스’ 첫 적용. **연합뉴스**. Retrieved from <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180329181400007?input=1195m>
- 하태권, 김흥기, 구해모, 박종철(2010). 2008년 베이징올림픽 대비 배드민턴 남자복식 서비스 및 서비스리시브 경기내용 분석. **체육과학연구지**, 21(1), 947-955.
- Aragon-Vargas, L. E. & Gross, M. M. (1997). Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 24-44.
- Bobbert, M. F. & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21(3), 249-262.
- Bosco, C., Tarkka, I., & Komi, P. V. (1982). Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 3(3), 137-140.
- Brooks, M. A., Boleach, L. W., & Mayhew, J. L. (1987). Relationship of specific and nonspecific variables to successful basketball performance among high school players. *Perceptual and Motor Skills*, 64(3), 823-827.

- Colton T. (1974). *Statistics in medicine*. Boston: Little Brown and Company.
- DeVita, P. A. U. L. & Stribling, J. A. N. E. T. (1991). Lower extremity joint kinetics and energetics during backward running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(5), 602-10.
- Flynn, T. W. & Soutas-Little, R. W. (1993). Mechanical power and muscle action during forward and backward running. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(2), 108-112.
- Fukashiro, S. & Komi, P. V. (1987). Joint moment and mechanical power flow of the lower limb during vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 15-21.
- Hall, S. J. (2014). *Basic biomechanics, Seventh edition*. Mc Graw-Hill.
- Hubley, C. L. & Wells, R. O. (1983). A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 247-254.
- Irawan, D. (2017). Six Weeks Progressive Plyometrics Training on Badminton Player's Agility. In *Health Science International Conference*. Atlantis Press.
- Komi, P. V. & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 10(4), 261-265.
- Svantesson, U., Grimby, G., & Thomee, R. (1994). Potentiation of concentric plantar flexion torque following eccentric and isometric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 152(3), 287-293.
- Vanezis, A. & Lees, A. (2005). A Biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics*, 48(11-14), 1594-1603.