



속련도에 따른 배드민턴 스매쉬 동작의 운동학적 변인 비교

소재무*(건국대학교) · 한상민**(한화그룹) · 서진희*** (건국대학교)

ABSTRACT

Comparison of the Kinematic Variables in the Badminton Smash Motion

So, Jae-Moo* · Han, Sang-Min** · Seo, Jin-Hee***

SO, J-M · Han, S-M · Seo, J-H. Comparison of the Kinematic Variables in the Badminton Smash Motion. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 2, pp. 65-74. The purpose of this study was to analyze kinematic variables in the badminton smash motion through 3-dimensional image analysis. The kinematic variables were velocity of joints in upper limbs, the angle of wrist in the impact, and the angular velocity of the top of racket head. The smash motions of four male badminton players in H University and four male students at department of the physical education in K University who were not majoring in badminton were analyzed kinematically and the attained conclusions were as follow.

1. The velocity of segments in upper limbs of the unskilled group was faster than that of the skilled group. The movement pattern was fast back swing-slow impact moment-fast follow through in the unskilled group, but slow back swing-fast impact moment-slow follow through in the skilled group. 2. As the BS phases, the velocity of segment in right shoulder was different significantly between groups. Right elbow and right wrist segments, velocity of racket head was different significantly between groups($p<.05$) by IP phases. As the FT phases, there was no significant difference. 3. The angle of right wrist at the impact, the angle of dorsi flexion and the angle of palm flexion in aspect were shown that the skilled group was higher than unskilled group. There was no significant difference. 4. The velocity of racket head was shown that the unskilled group has fast velocity, but the angle velocity was shown the unskilled group has slow. 5. The angle velocity of racket head in aspect were no significant difference between groups, but maximal angle velocity was different significantly between groups($p<.05$).

KEY WORDS : BADMINTON, SMASH MOTION, KINEMATIC

2003년 6월 28일(토) 접수

* Professor, Konkuk University Department of Physical Education, 1 Hwayang-dong, Kwangjin-gu, Seoul, 143-701, Korea

** Corresponding author, Hanwha Group, Janggyo-dong, 1 Chung-gu, Seoul, 100-760, Korea

*** Corresponding author, Graduate student, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Kwangjin-gu, Seoul, 143-701, Korea
E-mail : human@konkuk.ac.kr, Tel : 02-450-3828

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

배드민턴의 공격기술 중 가장 많이 사용되는 기술로는 드롭 쇼트(drop shot), 드라이브(drive), 스매쉬(smash) 등으로 나타났으며(塚原,1979), 이 가운데서 공격형 기술로 결정력이 가장 높은 기술은 스매쉬 동작이라 할 수 있다.

스매쉬는 배드민턴 경기에서 승패를 좌우할 수 있는 기술중의 하나이고 라켓과 거트의 재질이 향상됨에 따라 셔틀콕의 속도가 점점 더 빨라져 남자 일반선수의 경우 시속 320km에나 달하며 야구나 골프를 포함한 모든 구기종목에서 가장 빠른 속도이기도 하다. 그러나 셔틀콕의 속도를 빠르게 하기 위해서는 단순히 힘으로만 되는 것이 아니다. 팔 스윙을 하는 동안 신체의 분절이 원활한 협응력에 의해 자세가 유지되어야 하며, 라켓에 최대 운동량을 전달하기 위해서는 적절한 타이밍과 셔틀콕의 중심에 대한 정확한 임팩트가 이루어져야 한다.

따라서 배드민턴 스매쉬 동작의 숙련정도에 따른 기술수행 패턴을 운동학적 변인으로 규명해서 비교해 보는 것은 배드민턴 기술향상에 도움이 될 수 있다고 생각된다.

배드민턴 스매쉬 동작에 대한 선행연구로는 황경숙(1981), 박순복(1985), 안상우(1990)가 2차원 영상분석으로 배드민턴 스매쉬 동작을 연구하였으며, 3차원 영상분석을 통한 배드민턴 스매쉬 동작에 관한 연구는 한상민(1998)과 최성진(1999)의 연구 등이 있었다. 또한 국외 선행연구로는 泉原敏子(1977), 里見光徳(1979) 등이 스매쉬 동작 간 일어나는 근육의 신전과 굴곡을 분석하여 보고하였다.

따라서 본 연구는 배드민턴 스매쉬 동작의 3차원 영상분석을 통하여 숙련정도에 따른 운동학적 변인, 즉 상지관절의 속도, 임팩트시 손목의 각도, 임팩트시 라켓헤드의 각속도 등의 차이를 규명하여 스매쉬 동작 수행현상의 차이를 밝혀 동호인들의 동작개선을 위한 자료 제공에 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 총 8명으로 하였다. H대학의 남자 배드민턴 선수 4명을 숙련자 집단으로, K대학의 체육학과 남학생 4명을 미숙련자 집단으로 분류하였다.

피험자들의 연령은 숙련자 20.3 ± 1.3 세, 미숙련자 20.3 ± 1.3 세이었고, 신장은 숙련자 181.8 ± 1.3 cm,

미숙련자 $172.3 \pm 2.9\text{cm}$ 였으며, 체중은 숙련자 $73.3 \pm 2.2\text{kg}$, 미숙련자가 $66.8 \pm 3.3\text{kg}$ 이었다. 숙련자들의 운동경력은 10.5 ± 0.6 년이었다.

2. 실험도구

본 실험에는 촬영도구와 영상분석 및 자료처리도구가 사용되었다. 촬영도구에는 16mm 고속카메라(LOCAM II, photosonic co) 2대, 가로 3m × 세로 2m × 폭 1m로 조립된 통제점틀, 조도계(Pentax spotmeter), 카메라간의 동조를 위해 LED를 사용하였으며, 영상분석 및 자료처리 도구에는 필름 디지털화(digitizing)시스템인 동작분석시스템(Nac co)과 디스플레이 장치로 사용되는 IBM-486 PC를 이용하였다.

3. 실험과정 및 내용

1) 실험과정

실험장소는 K대학 실내체육관에서 배드민턴 스매쉬 동작을 촬영하기 위하여 동작수행에 전혀 지장받지 않는 위치에 2대의 고속카메라를 설치하였다. 두 대의 카메라는 피험자의 동작이 가장 많이 포착되는 좌·우측에 피험자를 중심으로 90° 각도로 설치하였으며, 카메라의 높이는 지면으로부터 1.34m로 고정하였고, 두 카메라부터 피험자까지의 거리는 9.30m였다. 필름은 ASK 500 Kodackcolor High Speed Film 5279를 사용하였으며, 고속카메라의 촬영속도는 100frames/s로 하였다. 이 때 실공간에서의 방향설정은 운동방향과 일치하는 전후방향(Y축), 좌우방향(X축), 상하방향(Z축)으로 하였다. 피험자들이 환경 변화에서 오는 여러 가지 조건에 적응하도록 모의연습을 본 실험 전에 충분히 실시하였다. 두 고속카메라를 일치시키기 위하여 동조용 타이머를 설치하여 카메라 펠드 안에 모두 들어오도록 초점을 맞추었다. 촬영의 모든 준비가 끝난 후 두 대의 고속카메라를 작동시켜 통제점틀(control object)을 5초 정도 촬영한 후 제거하였다. 동작 분석 시 디지털화를 정확히 하기 위하여 피험자의 상지관절(어깨, 팔꿈치, 손목, 라켓헤드 끝)에 랜드 마크(landmark)를 부착하였다.

2) 연구내용

본 연구에서는 스매쉬 동작을 4개의 이벤트 즉, 준비자세(ST), 백스윙(BS), 임팩트(IP), 팔로스루(FT)로 설정하여 이를 이용하여 3개 국면, 즉 백스윙 국면(BSP), 임팩트 국면(IPP), 팔로스루 국면(FTP)으로 구분하였으며 <그림 1>과 같다.

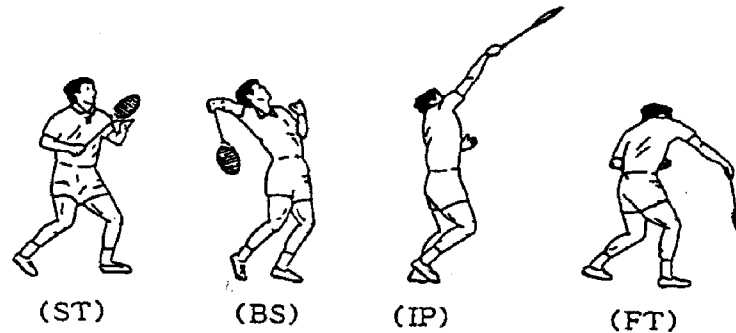


그림 1 스매쉬 동작의 국면 구분

ST : start, BS : end of BS, IP : Impact, FT : end of FT

3) 운동학적 변인

피험자들의 배드민턴 스매쉬동작 수행과정에서 분석하고자 하는 운동학적 변인은 상지관절(어깨, 팔꿈치, 손목, 라켓헤드) 속도, 임팩트시 손목 각도, 임팩트시 라켓헤드의 각속도이다.

4. 자료처리방법

인체의 모델링은 신체 21개의 관절을 순서대로 좌표화 하였다. 좌표화 과정에서 보이지 않는 관절의 근위점(proximal)과 원위점(distal) 위치는 프레임간 동작을 추정하여 좌표화 하였다. 인체관절의 좌표화 관절점의 작업은 필름 디지털라이징 시스템을 이용하였다. 3차원 실공간 좌표계산은 DLT법을 이용하여 좌표의 노이즈에 의한 우연오차(random error)를 제거하기 위하여 스무딩(smoothing) 하였으며, 차단주파수(cut off frequency)는 6.0Hz의 저역통과필터(low-pass filter)방법으로 하였다. 3차원 운동학적 변인에 대한 결과처리는 Kwon3D 2.1을 사용하였다.

5. 통계처리

본 연구의 자료는 SPSS(Version 7.0) 통계 패키지를 이용하여 배드민턴 스매쉬 동작의 운동학적 변인에 대한 숙련자와 미숙련자 집단을 비교하기 위한 독립 t-test를 실시하였으며 이때 유의수준은 $\alpha = .05$ 이었다.

Ⅲ. 결 과

1. 상지관절의 속도

배드민턴 스매쉬 동작중 백스윙(BSP), 임팩트(IPP), 팔로스루(FTP) 국면에서 숙련자와 미숙련자 집단의 오른 어깨관절, 팔꿈치관절, 손목관절, 라켓헤드 속도는 <표 1>과 같다.

표 1. 상지 관절 속도 (단위 : m/s)

그룹		오른 어깨관절	오른 팔꿈치관절	오른 손목관절	라켓헤드
백스윙 (BSP)	숙련	1.095±0.207 *	3.63±0.761	4.52±1.024	10.657±.729
	미숙련	1.57±0.392	4.149±1.146	3.761±0.984	8.748±2.078
임팩트 (IPP)	숙련	0.891±0.34	1.435±0.341 *	4.777±0.627 *	17.789±0.472 *
	미숙련	0.792±0.218	2.411±0.351	5.947±0.617	20.006±1.4713
팔로스루 (FTP)	숙련	0.539±0.478	1.46±0.93	1.645±0.662	4.081±1.863
	미숙련	1.066±0.811	1.423±1.092	1.861±1.709	2.234±2.036

M±SD, * p<.05

1) 오른 어깨관절의 속도

<표 1>에서 나타난 국면별 오른 어깨관절 속도에서 숙련자에 비해서 미숙련자의 스매쉬 동작의 특성은 상대적으로 백스윙은 빠르고, 임팩트는 느리며, 팔로스루는 빠르게 이루어지는 패턴을 이루고 있었다.

두 집단간 오른 어깨관절 속도의 국면별 상관관계는 백스윙국면에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으나(p<.05), 임팩트 국면과 팔로스루 국면에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2) 오른 팔꿈치관절 속도

<표 1>에서 보면 스매쉬 동작에서 숙련자와 미숙련자 집단의 오른 팔꿈치관절 속도는 백스윙 국면과 임팩트 국면에서 미숙련자 집단이 상대적으로 빠르게 이루어지고 있었으며, 특히 임팩트 국면에서는 큰 차이를 나타내었다.

두 집단간 오른 팔꿈치관절 속도의 국면별 상관관계는 백스윙 국면과 팔로스루 국면에서는 유의한 차이가 없었으나, 임팩트 국면에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05).

3) 오른 손목관절 속도

〈표 1〉에서 보면 스매쉬 동작에서 숙련자 집단은 백 스윙과 임팩트 국면에서 손목관절 속도차이가 크지 않으나, 미숙련자 집단은 두 국면간의 속도의 차이가 매우 크게 나타났다.

두 집단간 오른 손목관절 속도의 국면별 상관관계는 백스윙 국면과 팔로스루 국면에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 임팩트 국면에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

4) 라켓헤드 속도

〈표 1〉에서 보면 숙련자 집단에 비해 미숙련자 집단은 국면별 라켓헤드 속도의 편차가 상대적으로 크게 나타났다.

두 집단간 라켓헤드 속도의 국면별 상관관계는 백스윙 국면과 팔로스루 국면에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 임팩트 국면에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

2. 임팩트 시 손목관절 각도

스매쉬 동작에서 숙련자와 미숙련자의 임팩트시 손목관절의 각도는 손목관절을 곧게 세운 상태에서 손등 쪽으로 가까워지는 각도를 배측굴곡(dorsi flexion) 각도, 손바닥 쪽으로 가까워지는 각도를 장측굴곡(palm flexion) 각도로 구분하였으며 그 결과는 〈표 2〉와 같다.

표 2. 임팩트시 손목각도, 배측굴곡 각도와 장측굴곡 각도 (단위 : °)

	대상그룹	M±SD	p
임팩트(IP)	숙련자	33.0±3.4	0.492
	미숙련자	30.8±7.2	
배측굴곡 각도	숙련자	80.5±4.7	0.101
	미숙련자	57.6±17.8	
장측굴곡 각도	숙련자	28.9±3.5	0.723
	미숙련자	26.3±10.7	

〈표 2〉에서 보면 임팩트 국면에서 숙련자 집단의 손목관절 각도는 상대적으로 숙련자 집단이 크게 나타났고, 배측굴곡 각도와 장측굴곡 각도에서도 큰 각도를 나타내었다.

두 집단간의 각각의 각도에서 국면별 상관관계는 임팩트시 손목관절 각도와 배측굴곡 각도와 장측굴곡 각도에서 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p < .05$).

3. 라켓헤드의 각속도

스매쉬 동작에서 숙련자와 미숙련자 집단의 라켓헤드 각속도를 비교한 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 라켓헤드 각속도 (단위 : °/s)

대상그룹		M±SD	p
백스윙 (BS)	숙련자	-187.7±135.2	0.698
	미숙련자	-145.6±247.9	
임팩트 (IP)	숙련자	380.5±67.4	0.216
	미숙련자	269.0±150.7	
팔로스루 (FT)	숙련자	14.3±130.2	0.746
	미숙련자	54.1±236.6	
최대각속도	숙련자	667.9±90.7	0.014*
	미숙련자	382.1±39.7	

*p<.05

<표 3>에서 보면 스매쉬 동작에서 국면별 라켓헤드의 각속도 크기는 두 집단 모두 임팩트 국면에서 가장 크게 발생하였으며, 라켓헤드의 최대 각속도에서는 숙련자 집단이 상대적으로 매우 큰 차이를 나타내었다.

두 집단간 라켓헤드 각속도에서 국면별 상관관계는 모든 국면에서 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 라켓헤드의 최대 각속도에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05).

IV. 논 의

1. 상지관절의 속도

배드민턴 스매쉬동작 시 두 집단에서 나타난 국면별 상지관절(오른 어깨관절, 오른 팔꿈치관절, 오른 손목관절, 라켓헤드)의 속도 비교는 다음과 같다.

백스윙 국면에서 숙련자 집단은 미숙련자 집단에 비해 어깨관절, 팔꿈치관절 속도가 상대적으로 느리게 나타났으며 손목관절, 라켓헤드 속도는 숙련자 집단이 상대적으로 빠르게 나타났다.

이것은 숙련자 집단이 백스윙 국면동안 어깨회전을 크게 변위하면서 미숙련자 집단에 비해 상대적으로 여유있는 스윙을 하고 있기 때문으로 생각되며, 백스윙 후방에서 팔꿈치관절을 중심으로 상

완과 전완이 굴곡된 상태에서 팔꿈치관절의 굴곡으로 인하여 손목관절과 라켓헤드는 백스윙 후방에서 한 번의 회전이 일어나고 있었다. 그래서 숙련자 집단이 백스윙 후방에서 팔꿈치관절을 중심으로 굴곡과 회전을 일으키는 것은 임팩트 순간에 굴곡되어 있는 팔꿈치관절을 전방으로 신전시켜 뺀어 줌으로써 라켓헤드의 속도를 증가시키려는 기술로 사료된다. 그러나 미숙련자 집단은 백스윙 국면동안 어깨의 회전에 의한 각변위가 이루어지지 않고 있으며 숙련자에 비해 백스윙이 상대적으로 빠르게 수행되고 있었다. 이것은 몸통과 어깨, 팔이 병진운동 형태로 스윙이 이루어지고 있음을 시사해 준다. 결국 손목관절을 중심으로 회전운동에 의한 릴리스가 이루어지지 못하는 기술부족을 나타내고 있다.

김창범과 유재광(2002)의 지적처럼 미숙련자는 허리를 중심으로 오른 어깨관절이 충분히 외전되지 못하기 때문에 사료된다. 또 팔꿈치관절은 백스윙 후방에서 상완과 전완이 팔꿈치관절을 중심으로 거의 굴곡이 없는 상태를 유지하다가 손목관절과 라켓헤드는 거의 회전이 없이 전방에서 후방으로 다시 전방으로 이동되는 것으로 생각된다.

임팩트 국면에서 숙련자 집단은 미숙련자 집단에 비해서 어깨관절 속도는 상대적으로 빠르게 나타났으며 팔꿈치관절, 손목관절, 라켓헤드 속도는 미숙련자 집단이 상대적으로 빠르게 나타났다.

어깨관절 속도에서 집단간의 속도 차이는 크지 않았지만 두 집단간 전방으로 이동하는 방법의 차이가 있는 것으로 생각되며 셔틀의 타격 시 타점에서 차이가 있을 것으로 사료된다. 또한 팔꿈치관절, 손목관절 속도에서 숙련자 집단이 협응동작에 의해, 백스윙 국면 이후 임팩트가 이루어지기 직전까지 전방으로 이동된 상태에서 임팩트가 이루어지므로 임팩트 직전에 팔꿈치가 이동된 후 손목이 이동되는 즉 잘 이루어진 협응동작에 의해서 느린 속도를 나타낸 것으로 사료된다.

반면 미숙련자 집단은 백스윙 국면에서 팔꿈치관절이 거의 굴곡이 없는 상태에서 이루어지고 있기 때문에 분절간 협응이 이루어지지 못한 상태에서 임팩트가 이루어지고 있는 것으로 사료된다. 그리고 임팩트 국면에서 미숙련자 집단이 숙련자 집단보다 상대적으로 라켓헤드 선속도는 빠르게 나타났지만 라켓헤드의 각속도에서는 느린 것으로 보아 손목관절을 중심으로 회전에 의한 임팩트 기술과 효율에서 뒤질 것으로 생각된다.

팔로스루 국면에서 숙련자 집단은 미숙련자 집단에 비해 상대적으로 어깨, 손목관절의 속도가 느린 것으로 나타났으며 라켓헤드 속도는 숙련자 집단이 빠른 것으로 나타났다. 또한 팔꿈치관절 속도에서는 거의 비슷한 속도로 나타났다.

이것은 숙련자 집단의 어깨, 팔꿈치, 손목관절 속도가 임팩트 국면 이후 여력에 의해서 서서히 팔로스루 국면을 이루고 있는 것으로 생각되며 미숙련자 집단은 임팩트 국면이후 팔로스루 국면을 자연스럽게 수행하지 못하고 빠르게 이동시키는 에너지 사용에 대한 효율면에서 기술적인 차이가 있는 것으로 생각된다.

2. 임팩트 시 손목관절 각도

속련자 집단은 임팩트시에 손목관절 각도가 후방(배측굴곡)으로 굴곡이 크게 일어난 후 임팩트가 이루어졌다가 전방(장측굴곡)으로 굴곡이 임팩트 이후에도 지속적으로 발생되고 있는 반면, 미속련자 집단은 후방으로 굴곡이 속련자 집단보다 상대적으로 적은 각도에서 임팩트가 이루어졌으며 또한 임팩트 이후에도 지속적인 굴곡이 발생되지 못하고 있었다.

그러나 본 연구결과는 최성진(1999)의 결과(속련그룹; $74.71+20.36$, 미속련 그룹; $76.38+25.03$)보다 적은 각도를 나타내고 있는데 이것은 피험자의 남·여간의 차이와 실험방법(비디오 분석)의 차이라고 생각된다. 그러나 두 집단간 유의한 차이가 없는 것은 동일하게 나타났다. 그리고 Bunn.J.W(1972)는 임팩트 순간에 전완과 라켓이 최대로 신전되는 것이 좋은 것으로 보고하였으며 황경숙(1981)은 임팩트 순간 속련자집단은 셔틀콕이 라켓에 닿은 순간 전완과 라켓이 최대로 신전되는 자세를 나타내었고, 미속련자 집단은 그 순간 최대로 신전되지 못한 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구의 결과는 두 집단 모두 임팩트시에 손목관절 각도는 크게 신전된 상태에서 이루어지고 있었다.

3. 라켓헤드의 각속도

백스윙 국면에서 속련자 집단은 미속련자 집단보다 라켓이 배측굴곡(후방)으로 크게 회전이 일어남으로서 각속도를 증가시키고 있었으며, 임팩트 국면에서는 두 집단 모두 장측굴곡으로 회전이 일어남으로써 전방으로의 회전속도를 증가시키는데 속련자 그룹이 상대적으로 매우 빠른 라켓헤드의 각속도를 나타냈다. 그리고 속련자 집단은 미속련자 집단보다 배측굴곡시 라켓헤드의 속도와 각속도에서 모두 빠르게 나타냈으며 이것은 백스윙 국면의 오른 어깨관절의 속도와 반대된 결과여서 속련 정도에 따른 백스윙 퍼포먼스를 예상할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 배드민턴 스매쉬 동작을 속련자와 미속련자 집단으로 구분하여 3차원 영상분석을 통해 운동학적 변인 즉, 상지관절의 속도, 임팩트 시 손목관절 각도, 라켓헤드의 각속도를 분석하여 비교함으로써 일반 배드민턴 동호인의 기술향상과 상해를 예방하는데 자료를 제공하고자 한다. 본 연구의 피험자는 H대학교 배드민턴 선수 4명을 속련자 그룹과 K대학교의 체육학과 학생 4명을 미속련자 그룹으로 구분하여 스매쉬 동작의 운동학적 변인들을 비교하였다. 집단간 비교는 SPSS 7.0 패키지를 이용하여 독립 t-test를 실시하였으며 이때 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

1. 상지관절의 속도에서 나타난 퍼포먼스의 숙련도에 따른 차이는 미숙련자 집단이 상대적으로 모든 관절속도에 있어서 빠른 움직임을 나타냈으며 움직임 패턴은 빠른 백스윙- 느린 임팩트- 빠른 팔로스루에 비해서 숙련자 집단은 느린 백스윙- 빠른 임팩트- 느린 팔로스루로 스매쉬 동작이 이루어지고 있었다.
2. 오른 어깨관절 속도는 백스윙 국면에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 오른 팔꿈치관절, 오른 손목관절, 라켓헤드의 속도는 임팩트 국면에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그리고 팔로스루 국면에서는 두 집단간 유의한 차이가 없었다.
3. 임팩트시 오른 손목관절 각도와 배측굴곡 각도, 장측굴곡 각도는 모든 내용에서 숙련자 집단이 상대적으로 크게 나타났고, 두 집단간 통계적으로는 유의한 차이가 없었다.
4. 라켓헤드의 선속도는 미숙련자 집단이 상대적으로 빠른 속도를 나타냈으나 각속도에서는 느리게 나타나 두 집단간 손목을 이용한 회전기술(스냅)에서 차이가 있었다.
5. 라켓헤드의 각속도는 모든 국면에서 집단간 유의한 차이가 없었으나, 단지 최대 각속도는 집단간 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

참 고 문 헌

- 김창범, 유재광(2002). 여자중학생 배드민턴 하이클리어 동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회 제 12권 2호, pp.91-107.
- 박순복(1985). 배드민턴 기술동작 분석. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 안상우(1990). 배드민턴 스매쉬 동작의 운동학적 분석. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최성진(1999). 배드민턴 스매쉬 동작의 숙련자와 비 숙련자간의 운동학적 분석. 경성대학교 대학원 석사학위논문, p.37.
- 한상민(1998). 배드민턴 스매쉬 동작의 운동학적 분석. 건국대학교 대학원 석사학위논문, pp.10-16.
- 황경숙(1981). 배드민턴 스매쉬 동작 분석. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 塚原ぜする(1979). バドミントン 女子シンクルズゲームに われた テイゼブヨンの 分析的 연구, 卒業論文抄録集, 日本體育大學.
- 泉原敏子(1977). バドミントンのスマッシュに 關する 研究—スマッシュの方向を 決定する 要因について. 昭和52年度 筑波大學 體育專門學群卒業論
- 里見光徳たち(1979). バドミントン(スマッシュスピードに關する 研究). 昭和52年度 日本體育協會 스포ーツ医 · 科學研究報告, Vol. 1, 231-245.
- Bunn, J. W(1972). *Scientific Principles of Coaching*, Engle wood Cliffs N.J.: Prentice-Hall Inc 360.