

라켓볼 백핸드와 스쿼시 백핸드 스트로크 동작의 운동학적 비교

김성은¹ · 김승권²

¹선문대학교 대학원 체육학과 · ²선문대학교 건강보건의학 스포츠과학부

A Kinematic Comparison between the Racquetball Backhand and Squash Backhand Strokes

Seung-Eun Kim¹ · Seung-Kwon Kim²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Sunmoon University, Asan, Korea

²Division of Sport Science, College of Health Sciences, Sunmoon University, Asan, Korea

Received 30 April 2010; Received in revised from 18 June 2010; Accepted 22 June 2010

ABSTRACT

The purpose of this study was to comparatively analyze the kinematic variables between the squash backhand and racquetball backhand strokes through three-dimensional cinematography. Three expert racquetball players and three expert squash players were involved in the data gathering process. The horizontal, vertical and lateral displacement of racket and trunk segment, intersegmental angular velocity of the wrist, elbow and shoulder joints, and the linear velocity of the racket were descriptively analyzed, and the followings were concluded. The racket of the squash backhand stroke showed an 'U' shaped movement where the racket moved rapidly downward and moved forward to make an impact and followed through to a front-top finish, while the racket of racquetball backhand stroke showed an 'O' shaped movement where the racket showed circular movement through the rear and bottom positions for the impact, and showed rotation through the lower-front and upper front to a upper-rear-ward finish during the follow-through. The peak velocity of racket was found before the impact point in the squash backhand stroke and at the impact point in the racquetball backhand stroke. For the final conclusion, for the squash backhand stroke, instructors might be better to make the racket move downward to make highest velocity before the impact and finished short follow-through, while for the racquetball backhand stroke, to make the racket move forward to make highest velocity at the impact and finished rather long follow-through.

Keywords : Squash, Racquetball, Backhand Stroke, Kinematic Comparison

I. 서론

경제적 발전과 토요일 휴무 등 예전보다 늘어난 경제력 및 여가활동 시간간의 활애로 인해 현대인에게 스포츠 활동은 점차 생활의 중심이 되고 있다. 그 중 스쿼시와 라켓볼은 급변하는 시대의 변화에 맞추어 발전된 레포츠 개념의 스포츠들로써 쾌적한 실내에서 간편하게 즐길 수 있는 편리성과 짧은 시간에

많은 운동량을 소모시키는 효율성으로 인해 짧은 시간 내에 불필요한 체내의 지방 및 노폐물들을 배출시키고 심신의 단련도 함께 할 수 있는 장점을 지니고 있다(김원관, 이강욱, 박경실, 윤태훈, 2002). 또한 상대와의 전술 게임을 통해 지능감각을 발전시켜주며 날씨나 계절 등의 제약 없이 누구나 즐길 수 있는 운동으로 많은 업무와 시간에 쫓겨 운동부족에 의한 만성 스트레스 증후군을 호소하고 있는 이들에게 삶의 활력과 기쁨을 줄 수 있는 스포츠로도 자리 잡고 있다.

스쿼시와 라켓볼은 타 스포츠와 달리 4면의 벽(라켓볼 5면)을 이용하여 경기를 진행하므로 벽을 이용한 기술적인 능력이 매우 중요하다. 선수가 볼을 정확하게 처리하지 못하면 체력적으로도

Corresponding Author : Seung-Kwon Kim
Division of Sport Science, College of Health Sciences, Sunmoon University,
100 Galsan-ri, Tangjeong-myun, Asan-si, Chungchungnam-do, Korea
Tel : +82-41-530-2291 / Fax : +82-41-530-2810
E-mail : kskim@sunmoon.ac.kr

많은 에너지를 소모하게 되며 부상의 위험도 그만큼 크다. 스쿼시와 라켓볼의 중요한 기술 중 하나가 좁은 공간에서 볼을 효율적으로 임팩트 하는 기술로 경기력에 많은 비중을 차지하고 있는데 볼의 크기, 탄성, 라켓의 길이, 코트의 규격 등에서 차이가 나 스쿼시와 라켓볼의 임팩트 동작 역시 다른 양상을 보이리라 예상된다.

참고로 라켓볼 라켓의 길이는 55.88 cm를 넘지 못하며 무게의 제한은 없으나 대부분 170~185 g 정도인 라켓을 사용하며 경기 중 땀으로 미끄러져 떨어지지 않도록 손잡이 끝에 안전고리가 달려 있어야 한다. 라켓볼 볼의 무게는 약 40 g, 직경은 5.7 cm이며 2.5 m 높이에서 떨어뜨릴 때 1.7~1.8 m를 튀어 올라오는 탄성을 유지해야 한다. 스쿼시 라켓의 길이는 68.6 cm를 넘지 못하고 대개 120 g~180 g인 라켓을 사용한다. 스쿼시 볼은 무게가 23.3 g~24.6 g이고 직경이 3.95 cm~4.15 cm인데 라켓볼 볼이 스쿼시 공에 비해 크기도 크고 탄성이 높아 속도도 더 빠르기 때문에 라켓볼 경기 시는 장갑과 고글의 착용이 의무화 되어 있다.

스쿼시를 먼저 배운 사람이 라켓볼을 새로 배우거나 라켓볼을 먼저 배운 사람이 스쿼시를 새로 배울 때처럼 사전에 익힌 비슷한 종목을 행할 때의 운동형식이나 자세 등의 근육메모리가 나중에 배우는 운동에 전이 되어 아주 어색한 동작이 취해지며 교정하는데 시간이 많이 필요로 하는 것을 종종 볼 수 있다. 이러한 불필요한 교정시간을 줄이기 위해서는 처음 배울 때부터 정확한 동작을 익히는 것이 매우 중요하다.

최근 스포츠 경기에서는 과학 장비의 발달과 더불어 선수들의 체력적, 심리적, 기술적 기능의 발달 등이 경기력 향상에 지대한 공헌을 하고 있다. 라켓 운동에서의 스윙은 여러 신체 분절의 연속적이고, 질서 있는 동작으로 인해 발생한 운동량을 최대한 볼에 전달하는데 있다. 이를 위해서는 스윙 시 동원되는 신체 분절의 협응이 잘 이루어지고, 임팩트 타이밍(timing)이 잘 이루어 질 때 최대의 효과를 낼 수 있는 운동이다(이희경, 2007). 스윙은 짧은 순간에 이루어지므로 눈으로 관찰하기가 어렵고 각자의 경험과 느낌이 다르기 때문에 스윙 동작 시 과학적인 중요한 변인들의 척도가 필요하다(박성순, 1992).

스쿼시에 관한 국외 연구로는 스쿼시 스트로크의 역학적 분석(Behm, D. G 1987), 스쿼시 볼 속도와 스트로크의 결정적 요인(Chapman, 1986), 상지의 회전 운동이 라켓의 속도에 미치는 영향(Elliott et al., 1996) 등이 있다. 세계대회에서 사용하는 기술은 드라이브 기술 사용이 전체의 60.8%로 드라이브 기술이 경기전반의 흐름을 이끌어 가는 것으로 나타났으며(Hong et al., 1996), 드라이브 기술 중 포핸드 드라이브(41%)와 백핸드 드라이브(59%)를 비교했을 때 백핸드 드라이브의 공격 비율이 더 크게 나타났다(Youlian et al., 1996).

국내 스쿼시 스트로크의 학계 연구 동향을 살펴보면, 포핸드 스트로크의 운동학적 분석(이희경, 이희경, 2007; 이희경, 2007), 연령과 속도 조건에 따른 스쿼시 포핸드 스윙 타이밍의 정확성(이강수, 2005)에 관한 연구들이 있고, 백핸드 스트로크의 운동학적 분석과 근활성도에 관한 연구(조규권, 김유신, 2007), 상지 분절의 운동학적 변인 분석(안용환, 류지선, 임영태, 류호영, 2007), 스쿼시 백핸드와 테니스 백핸드 스트로크의 비교(김승권, 2007) 등이 있다. 그러나 라켓볼에 대한 연구나 스쿼시와 라켓볼의 스윙 메커니즘을 비교한 연구는 전무한 상태이다.

이에 본 연구에서는 3차원 영상분석을 이용하여 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크의 운동학적 변인을 구간별로 나누어 비교 분석하고 두 종목의 스윙 메커니즘의 차이점 등의 기초 자료를 제공함으로써 라켓볼과 스쿼시 백핸드 스트로크를 효율적으로 배울 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 피검자는 경력이 5년 이상인 스쿼시와 라켓볼 남자 선수 각각 3명씩을 대상으로 실시하였다. S(squash)는 스쿼시 선수 R(racquetball)은 라켓볼 선수를 나타내고 이들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of Subject

Sport	Subject	Age (yr)	Weight (Kg)	Stature (cm)	Career (yr)
Squash	S1	30	82.0	177.0	10
	S2	22	71.0	175.0	6
	S3	21	67.0	171.0	7
<i>M±SD</i>		24.3±4.9	73.3±7.8	174.3±3.1	7.7±2.1
Racquet ball	R1	28	74.0	175.0	8
	R2	23	69.0	172.0	5
	R3	32	78.0	183.0	5
<i>M±SD</i>		27.7±4.5	73.7±4.5	176.7±5.7	6.0±1.7

2. 용어의 정의

본 실험에서 X축 방향은 피검자를 중심으로 전후, Y축 방향은 상하, Z축 방향은 좌우 움직임을 나타낸다.

분석 국면(event)은 3개로 나누었다.

- 1) Top Swing(TS) : 스트로크를 하는 팔과 라켓을 뒤로 움직여서 정점에 도달하는 순간
- 2) Impact(IM) : 볼이 라켓의 면에 접촉되는 순간
- 3) Finish(FS) : 임팩트 후 계속 스윙되어 더 이상 라켓이 움직이지 않은 순간

분석 구간은 2구간(phase)으로 나누었다.

- (1) Down Swing구간(DS) : Top Swing(TS)에서 Impact(IM)까지의 구간
- (2) Follow Through구간(FT) : Impact(IM)에서 Finish(FS)까지의 구간

3. 실험 절차

본 연구의 실험 시 관절에 붙인 반사마커의 정확한 관찰을 위해서 창문은 커튼으로 가리고 벽면은 검은색 천으로 가려서 카메라 옆의 할로겐 조명만 마커에 반사되도록 하였다. 관절의 반사 마커는 라켓헤드, 수관절, 주관절, 견관절, 고관절, 슬관절, 거관절, 중족-지골간 관절에 부착하였다. 4대의 Basler 1394 High Speed Camera를 피검자의 좌측 3 m 떨어진 지점에 배치하였고 8개의 포인트를 일정한 간격으로 배치한 직육면체 형태의 통제틀을 사용하였으며 카메라 4대의 동조화 방법으로 4개의 전구를 수동으로 점등시키는 타이머를 사용하였다.

피검자는 짧은 팬츠만을 입은 채 촬영하였으며 실험 전 30분 이상 피험자들의 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크 동작과 보조자가 볼을 2 m의 높이에서 낙하시키는 동작이 일정하도록 연습을 수행하였다. 피험자는 지정된 위치에서 자신에게 맞는 스탠스와 라켓을 정면을 향하게 하는 준비 자세를 취하게 한 다음 ‘시작’이란 구호와 함께 보조자가 볼을 일정한 높이에서 일정한 구역에 떨어뜨리면 피험자는 튀어 올라오는 볼을 최대의 속도로 임팩트하여 전방으로 보내도록 하였다(Figure 1).

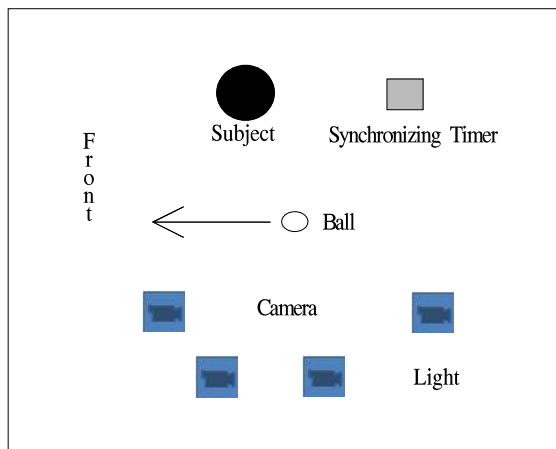


Figure 1. Experimental Setting

스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크 동작을 3회 이상 반복 촬영하여 피험자와 실험자가 모두 가장 만족하는 자료를 선정하여 저장하였다. 촬영 속도는 100 fps로 하였으며 임팩트 순간이 촬영될 때까지 반복 촬영하였다.

4. 분석 변인

분석변인으로는 라켓과 몸통의 X, Y Z축 변위와 손목, 팔꿈치, 어깨관절의 각속도, 라켓의 속도 등을 운동학적으로 분석하였다.

4대의 Camera로 촬영된 자료는 Ariel사의 APAS 3차원 동작 분석 프로그램을 이용하여 동조화 과정을 거친 후 좌표화 하였으며, 좌표화 과정에서 생기는 노이즈 제거를 위해 차단 주파수 6 Hz의 Butterworth Low-Pass Filter를 이용하였다. Filtering된 2차원 자료는 DLT(Direct Linear Transformation) 방식을 사용하여 3차원으로 변환시켰다(Abdel-Aziz & Kararah, 1971). 자료의 분석은 서술적으로 하였으며 시행수가 적어 통계적으로 분석하지는 않았다.

III. 결과

3차원 영상분석을 이용하여 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크의 운동학적 변인을 구간별로 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 전체마디의 Stick Figure

스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크는 각 3명씩에 대한 분석을 하였으나 동작이나 변인들의 수치가 유사하게 나타나 전체 마디의 변위와 라켓의 변위 Stick Figure에는 각 동작의 대표성을 띤 한명의 결과만 그림으로 나타내었다.

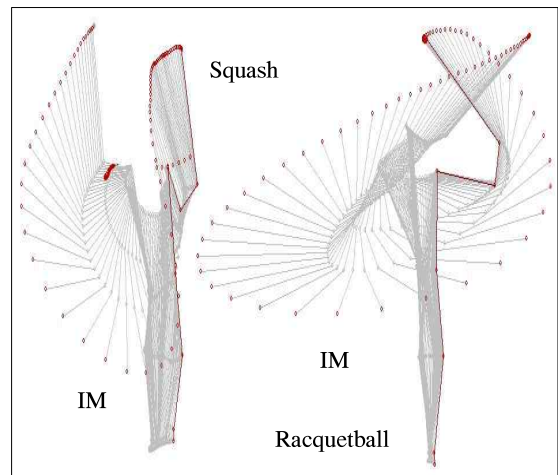


Figure 2. Stick figures of squash and racquetball backhand stroke

두 동작의 전반적인 움직임을 살펴보면 라켓볼의 움직임이 스쿼시의 동작보다 전후좌우 방향으로 큰 것으로 나타났는데 라켓볼의 경우 주로 라켓과 상체의 움직임이 크게 나타난 반면 스쿼시의 경우는 하체의 움직임이 라켓볼보다 크게 나타났다. 이러한 차이는 스쿼시와 라켓볼의 라켓 길이의 차이나 볼의 탄성 등의 차이에서 비롯된 스윙방법이 다르기 때문이라 사료된다(Figure 2).

2 라켓 움직임의 Stick Figure

스쿼시 백핸드 스트로크 시 라켓은 후상방에서 전상방으로 조금 이동한 후 수직으로(후하방) 급격히 내린 다음 전방으로 조금 이동하여 볼을 임팩트 한 후 팔로우 스루 시 전상방으로 이동하였다. 반면 라켓볼 시 라켓은 후상방에서 후후방을 거쳐 후하방으로 회전시켜 볼을 임팩트 한 후 팔로우 스루 시 전하방으로 이동하였다가 전상방을 거쳐 후상방으로 이동하는 동작을 보였다. 즉 스쿼시 백핸드 스트로크는 다운스윙 시 라켓을 수직으로 떨어뜨린 후 전방으로 이동하여 볼을 임팩트 한 후 전상방에서 멈추는 'U'자형 패턴을 보이지만 라켓볼 백핸드 스트로크 시는 다운스윙에서 수직으로 내려오지 않고 후상방에서 후후방을 거쳐 전하방으로 움직인 회전 동작과 임팩트 후 팔로우 스루 시 전하방과 전상방을 거쳐 후상방까지 라켓을 회전시키는 'O'자형 패턴을 보였다. 이는 주로 사용하는 볼의 탄성의 차이 때문이라고 판단되는데 라켓볼의 경우 볼의 탄성이 높아 뒷벽에서 튀어나오는 거리가 스쿼시에 비해 훨씬 크기 때문에 후방으로 라켓을 회전할 수 있는 공간이 형성되지만 스쿼시의 경우는 탄성이 낮아 뒷벽에서 튀어나오는 공간이 좁아 후방으로의 회전 동작을 만들면 벽에 걸리기 때문에 다운스윙을 수직 하방으로 할 수 밖에 없다고 판단된다. 또한 임팩트 후 전상방으로 라켓을 회전시키는 동작은 후방으로의 회전한 라켓의 후속동작의 일부라 보여 지며 스쿼시 보다 무거운 라켓으로 스쿼시 볼 보다 무거운 볼을 전방으로 쳐서 보내야 하기 때문에 생기는 동작이라고 판단된다.

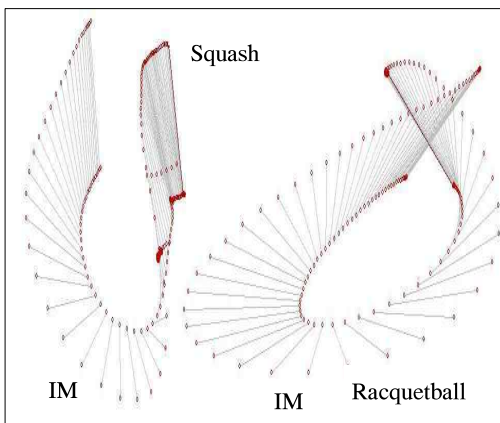


Figure 3. Displacement of squash and racquetball racket

스쿼시의 빨리 끝맺음하는 듯한 Finish 보다 라켓볼의 후상방으로의 Finish 동작이 큰 것은 사용하는 코트가 더 크고 볼의 탄성도 더 높아 볼을 리턴하는데 필요한 시간적인 여유가 더 많기 때문이라 판단된다(Figure 3).

3. 라켓의 변위

1) 라켓의 X축 변위

<Figure 4, 5>에는 라켓의 X축(전후방향) 변위가 나타나 있는데 변위의 수치가 낮으면 전방, 높으면 후방으로 이동한 것을 나타낸다. 스쿼시 라켓의 X축 변위를 살펴보면 IM 전 모두 전방으로 라켓이 이동하였고 IM 시까지 후방으로 이동하였다가 다시 전방으로 이동하였다. 그래프를 살펴보면 DS 구간은 스쿼시는 후방에서 전방으로 1.97 m 이동하였고 FT 구간에서는 전방에서 후방으로 .52 m 이동을 하였다. TS 에서 후방으로 라켓이 움직이며 정점에 도달하였다가 IM 전 급격히 전방으로 이동한 후 IM 후 FS까지 부드럽게 후방으로 이동하였다. 라켓볼 라켓의 X축 변위를 살펴보면 DS 구간에서 후방에서 전방으로 1.28 m 이동하였고 FT 구간에서는 전방에서 후방으로 .97 m 이동을 하였다. DS 구간에서 세 명의 선수 모두 전방으로 라켓이 이동하였고 IM 시까지 후방으로 이동하였다가 다시 전방으로 이동하였지만 스쿼시보다 FT 구간에서 약 .6 m 더 후방으로 이동하는 양상을 보였다. DS 구간은 스쿼시가 FT 구간은 라켓볼이 전후방향으로의 움직임이 크게 나타났다.

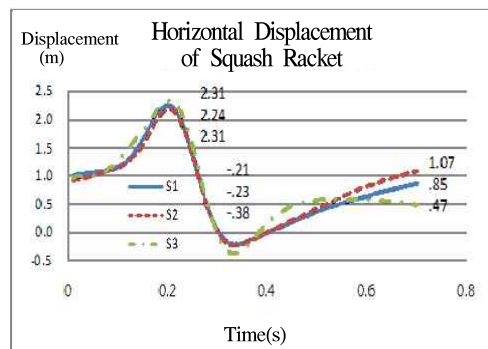


Figure 4. Horizontal displacement of squash racket

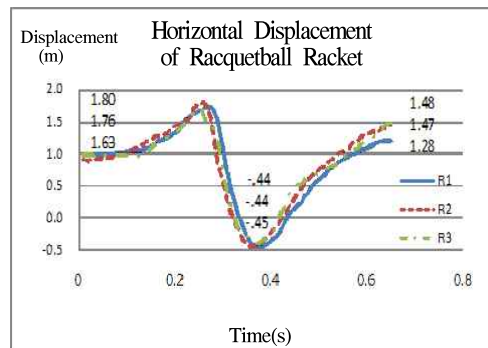


Figure 5. Horizontal displacement of racquetball racket

2) 라켓의 Y축 변위

<Figure 6, 7>에는 라켓의 Y축(수직방향) 변위가 나타나 있는데 변위의 수치가 높으면 상방으로 수치가 낮으면 하방으로 움직인 것을 나타낸다.

라켓의 Y축 변위를 살펴보면 스쿼시는 DS 구간동안 IM 전까지 급격히 하방으로 .89 m 이동하였고 라켓볼은 하방으로 .75 m 이동하였다. FT 구간에서는 IM 후 상방으로 스쿼시가 .91 m 라켓볼이 .73 m 이동하였다. 스쿼시 보다는 라켓볼의 라켓이 완만히 이동하는 양상을 보이고 있다.

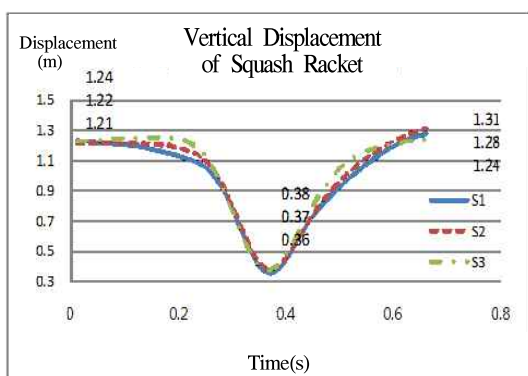


Figure 6. Vertical displacement of squash racket

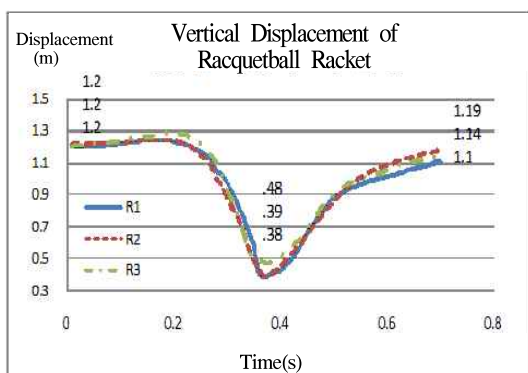


Figure 7. Vertical displacement of racquetball racket

3) 라켓의 Z축 변위

라켓의 Z축 변위는 <Figure 8, 9>에 나타나 있는데 Z축(좌우 방향)의 수치가 높을수록 좌측, 낮을수록 우측으로 이동한 것을 나타낸다. TS에서 IM까지 DS구 간에서 스쿼시가 .39 m 우측으로 이동하였고 라켓볼은 .45 m 이동한 것으로 나타나 두 동작의 좌우 이동은 비슷한 양상을 보이니 FT 구간에서는 스쿼시가 좌측으로 1.34 m 이동하였고 라켓볼이 좌측으로 1.44 m 이동 하였다. FT 구간에서 스쿼시 보다 라켓볼이 우측 방향으로 조금 더 많이 이동하는 것을 보여 라켓볼이 팔로우 스루가 좌우방향으로도 더 크다는 것을 나타내고 있다. <Figure 3, 4, 7, 8>을 종합해 보면 다운스윙부터 임팩트 이후 팔로우 스루까지 스쿼시보다 라켓볼이 X, Z축의 변위, 즉 전후, 좌우 방향으로의 변위가 더 크

게 나타났고 <Figure 5, 6>은 전반적인 Y축(상하)의 변위는 스쿼시가 라켓볼보다 크게 나타났다. 라켓의 전후, 상하, 좌우 변위를 종합하면 스쿼시의 경우 라켓의 상하 움직임이 라켓볼의 경우는 라켓의 전후 및 좌우 움직임이 크게 나타났다.

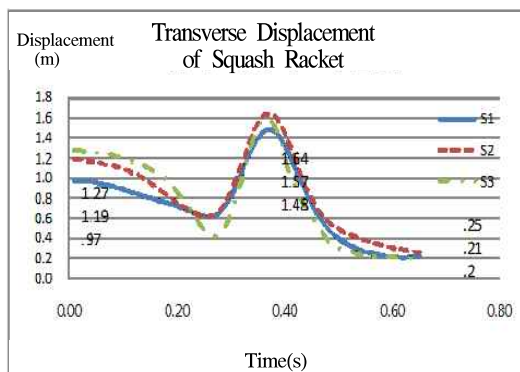


Figure 8. Transverse displacement of squash racket

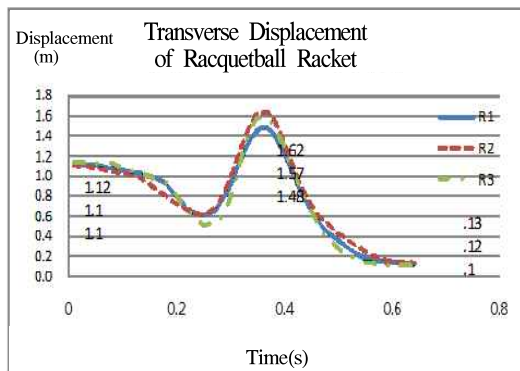


Figure 9. Transverse displacement of racquetball racket

4. 몸통의 변위

각 동작의 대표성을 띤 동작을 각각 1명을 선택하여 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크 시 몸통의 변위를 보면 스쿼시의 경우 몸통 전체가 앞으로 이동하지만 라켓볼의 경우는 고관절보다 견관절이 더 많이 움직이는 양상을 보이고 있다. 견관절은 스쿼시의 경우에 고관절은 라켓볼의 경우에 더 많이 움직인 것으로 나타났다(Figure 10).

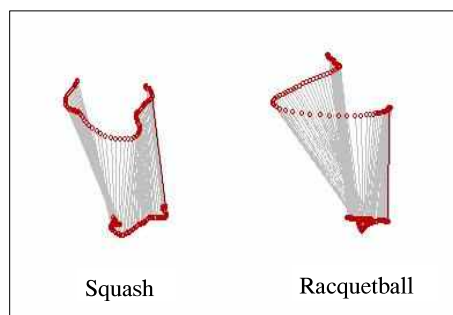


Figure 10. Stick figures of trunk displacement

1) 몸통의 X축 변위

스쿼시 백핸드 스트로크시 몸통의 X축 변위를 살펴보면 DS 구간에서 .31 m의 전후 이동을 보였고 FT 구간에서는 -.09 m의 전후 이동을 보였다. 라켓볼 몸통의 X축 변위를 보면 DS 구간에서 .2 m의 전후 이동을 보였고 FT 구간에서는 -.07 m의 전후 이동을 보였다. 몸통의 전후 변위는 스쿼시의 경우가 더 큰 것으로 나타났으나 변하는 양상은 서로 유사하게 나타났다(Figure 11, 12).

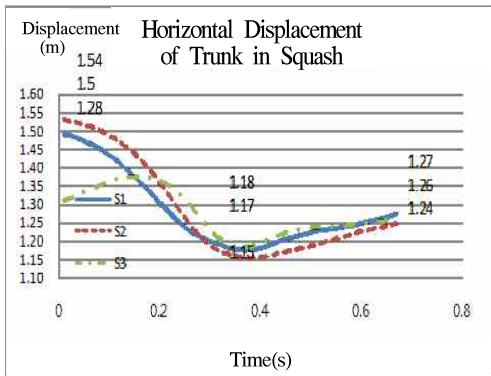


Figure 11. Horizontal displacement of trunk in squash backhand stroke

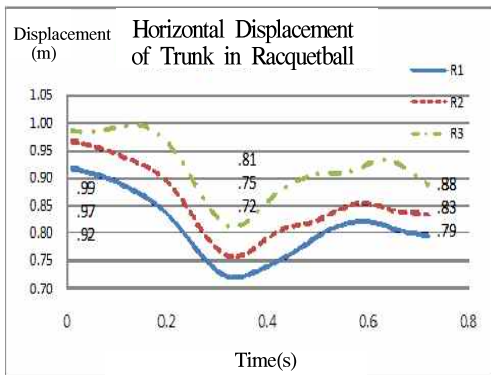


Figure 12. Horizontal displacement of trunk in racquetball backhand stroke

2) 몸통의 Y축 변위

<Figure 13, 14>에 나타난 몸통의 수직 변위를 살펴보면 DS 구간부터 FT 구간까지 스쿼시는 .04 m 라켓볼은 .06 m 로 TS IM FS 국면에서 스쿼시와 라켓볼 몸통의 Y축 변위는 유사하게 나타났다. <Figure 13>에서 S3는 S1과 S2 보다 IM 시 몸통의 엷다운이 조금 더 이루어졌다.

3) 몸통의 Z축 변위

<Figure 15>에 나타난 스쿼시 몸통의 Z축 변위를 살펴보면 DS 구간에서 FT 구간까지 .21 m 이동한 것으로 나타났다. 스쿼시의 경우 우측으로 이동한 것을 보여주고 있는데 이는 축이 되는 오른발이 좌전방으로 이동하면서 임팩트 하는 동작에

서 기인된 것이라 판단된다. <Figure 16>에 나타난 라켓볼 몸통의 Z축 변위를 살펴보면 DS 구간에서 FT 구간까지 .14 m 이동 한 것으로 나타났다. IM 시 스쿼시의 경우 우측으로 이동하는 반면 라켓볼에서는 우측으로 이동했다가 FS 시 다시 좌측으로 이동하는 양상을 나타냈다. 이는 FS 시 몸통이 회전 하면서 생기는 현상으로 판단된다.

전반적으로 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크의 몸통 동작은 상하 전후좌우 모두 유사하게 나타났지만 S3는 DS 구간에서 S1, S2보다 다운 동작이 심하고 FT 구간에서는 업 동작이 더 많이 일어났다.

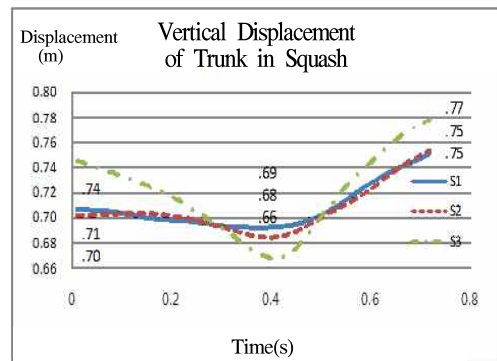


Figure 13. Vertical displacement of trunk in squash backhand stroke

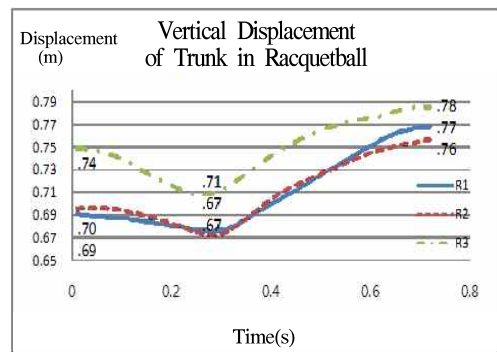


Figure 14. Vertical displacement of trunk in racquetball backhand stroke

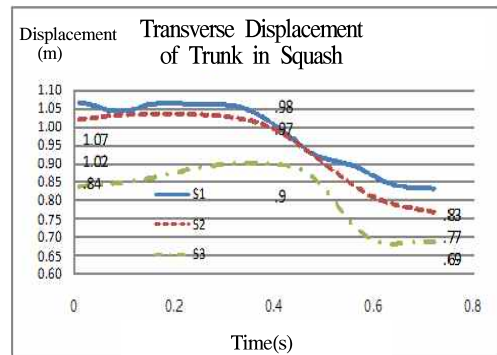


Figure 15. Transverse displacement of trunk in squash backhand stroke

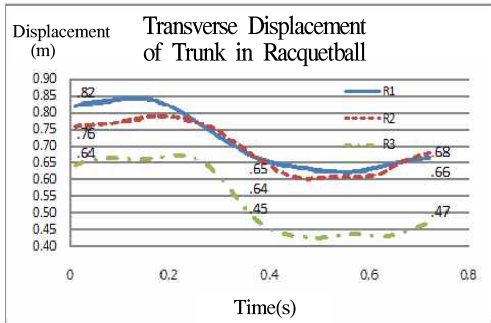


Figure 16. Transverse displacement of trunk in racquetball backhand stroke

5. 수관절의 각속도

<Figure 17, 18>에 나타난 수관절의 각속도를 살펴보면 스쿼시의 경우 임팩트를 중심으로 DS 구간에서 감소하였다가 IM 후 급격히 증가한 것으로 나타났고(S1: 1639.1 deg/s, S2: 1529.0 deg/s, S3: 1144.6 deg/s), IM 후에 다시 급격히 감소 (S1: -1589.1 deg/s, S2: -1497.3 deg/s, S3: -1277.9 deg/s)하였다. 라켓볼은 DS 구간에서 IM 전 급격히 증가(R1: 1657.3 deg/s, R2: 995.2 deg/s, R3: 1158.7 deg/s)하였고, IM 후 R1은 -728.1 deg/s, R2는 332.2 deg/s, R3는 181.4 deg/s의 감소를 보였다. 스쿼시의 경우 급격히 변하는 수관절의 각속도는 스쿼시 백핸드 스트로크 시 손목의 스냅을 더 많이 이용한다는 것이라 판단된다.

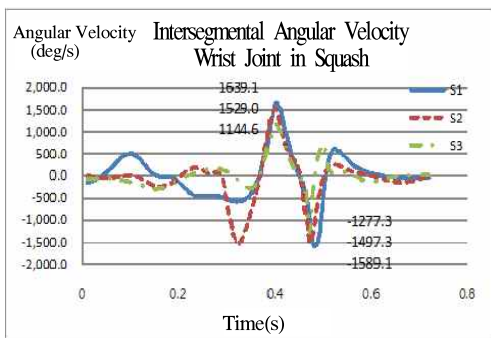


Figure 17. Intersegmental angular velocity at the wrist joint in squash backhand stroke

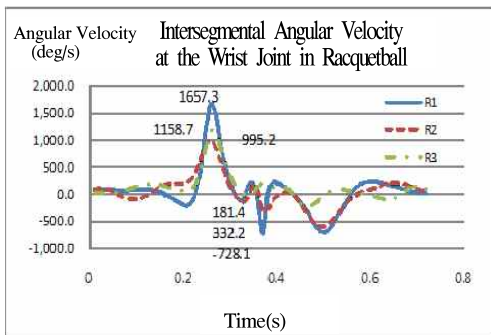


Figure 18. Intersegmental angular velocity at the wrist joint in racquetball backhand stroke

6. 주관절의 각속도

<Figure 19>에 나타난 스쿼시 주관절의 각속도를 살펴보면 스쿼시의 경우 DS의 시작부분에서는 감소를 보이고 IM 시 큰 폭으로 증가하였다(S1: 1419.5 deg/s, S2: 827.3 deg/s, S3: 631.3 deg/s). 반면 <Figure 20>에 나타난 라켓볼의 경우 IM 직전에 각속도가 감소하였다가 임팩트 시에는 증가 (R1: 536.1 deg/s, R2: 552.9 deg/s, R3: 707.3 deg/s)하고 임팩트 이후 다시 감소한 것으로 나타났다. 이는 스쿼시는 라켓을 수직으로 내리는 다운스윙 동작에서 주관절각의 변화가 가장 크고 라켓볼은 임팩트 구간이 주관절 변위가 큰 것을 의미하는 것으로 스쿼시의 경우는 TS 국면이 라켓볼의 경우는 IM 국면이 더 중요한 시점이라고 판단된다.

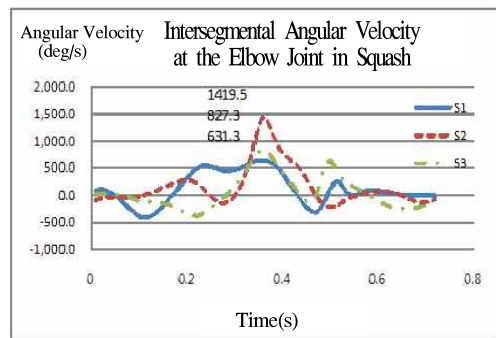


Figure 19. Intersegmental angular velocity at the elbow joint in squash backhand stroke

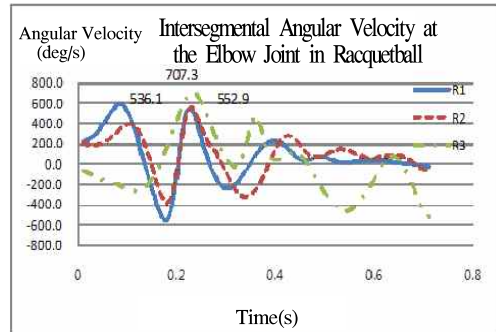


Figure 20. Intersegmental angular velocity at the elbow joint in racquetball backhand stroke

7. 견관절의 각속도

<Figure 21, 22>에는 견관절의 각속도가 나타나 있다. 스쿼시의 경우, IM 시 S1은 -311.6 deg/s, S2는 -380.1 deg/s, S3는 467.9 deg/s, IM 후 FT 구간에서는 S1은 269.6 deg/s, S2는 234.5 deg/s, S3는 277.4 deg/s로 나타났다. 라켓볼의 경우는 IM 직전에 R1은 -149.1 deg/s, R2는 195.4 deg/s, R3는 -269.6 deg/s로 나타났다. 스쿼시와 라켓볼 동작 모두 IM 시에는 견관절의 내전운동을 나타냈으나 FT 구간에서는 스쿼시의 경우 내전운동이 외전운동으로 전환되는 패턴을 라켓볼의 경우는 내전 신의 다시 내전운동으로 전환되는 다른 패턴양상을 나타냈다.

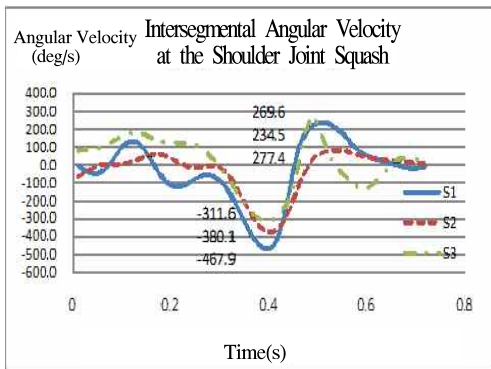


Figure 21. Intersegmental angular velocity at the shoulder joint in squash backhand stroke

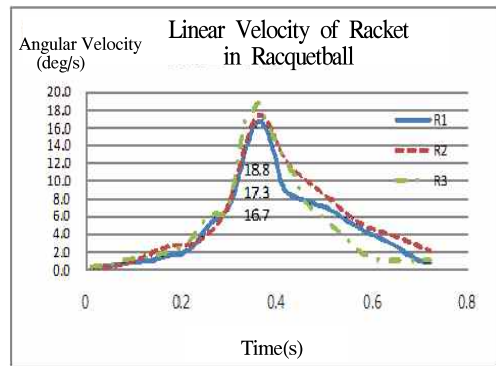


Figure 24. Linear velocity of racket in racquetball backhand stroke

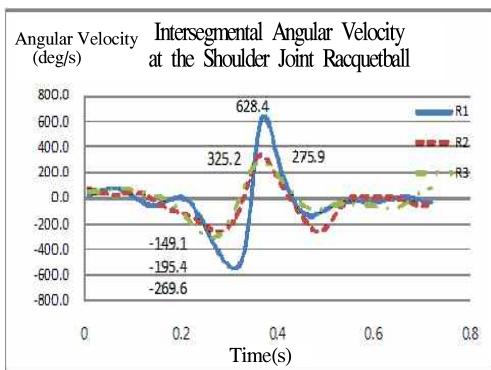


Figure 22. Intersegmental angular velocity at the shoulder joint in racquetball backhand stroke

8. 라켓의 속도

<Figure 23, 24>에는 라켓의 속도가 나타나 있다. DS 구간에서 스쿼시 라켓의 속도는 완만하게 증가하다가 IM 시 정점에 다다른 후 FT 구간에서 급격히 감소하는 양상을, 라켓볼의 경우 DS 구간에서 급격히 증가하다가 IM 시 정점에 이르고 DS 구간에서 스쿼시보다 완만하게 감소하는 서로 다른 양상을 보이고 있고 정점에서의 속도도 스쿼시는 20.2 m/s, 라켓볼은 17.6 m/s로 스쿼시가 더 크게 나타났다.

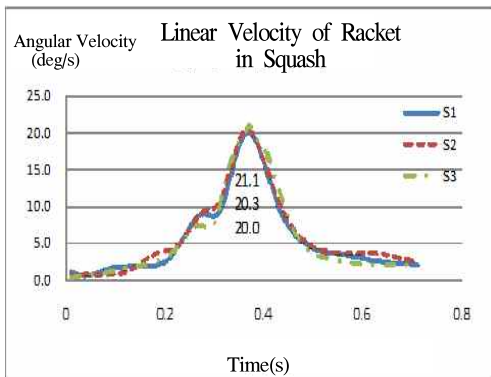


Figure 23. Linear velocity of racket in squash backhand stroke

IV. 논의

1. 스윙의 시간 요인

스쿼시 백핸드 스트로크의 평균 소요 시간은 DS 구간이 .27 sec, FT구간이 .19 sec로 나타났다. 안용환 등(2007)의 연구에서는 DS 구간이 .24 sec, FT구간이 .15 sec로 유사하게 나타났다. DS 구간이 FT 구간보다 긴 이유는 피검자들의 최상의 스트로크 조건을 만들기 위하여 TS 정점에서 준비 자세를 취한 후 볼이 IM 까지 좋은 지점으로 근접해 오기까지를 기다린 결과에 의한 것으로 판단되고 FT 구간에서 스쿼시의 선회되는 간결한 스윙동작 위하여 .19 sec라는 시간이 측정된 것으로 사료된다. 스윙의 전체적인 평균 시간요소는 .66 sec로 매우 빠른 것으로 나타났다. 이는 안용환과 류지선(2007)의 연구 결과와 유사하게 나타났다.

라켓볼 백핸드 스트로크의 평균 소요 시간의 DS 구간이 .25 sec FT 구간이 .23 sec로 스쿼시보다 FT 구간에서 .06 sec 길게 나타났다. 이는 <Figure 3>에서 보듯이 스쿼시보다 라켓볼의 FT 구간에서의 스윙이 크다는 것을 나타낸다.

2. 몸통 요인

스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크의 X축과 Y축의 몸통의 변위는 유사하게 나타났지만 Z축의 변위 <Figure 14, 15>에서는 스쿼시는 우측으로 이동하지만 라켓볼은 우측으로 이동하였다가 좌측으로 이동하는 양상을 보였다. 이는 스쿼시의 경우 스윙이 FS에서 간결하게 멈추지만 라켓볼은 FS에서 몸통을 회전하면서 생기는 현상으로 스쿼시보다 라켓볼의 스윙이 더 큰 동작에서 몸통의 변위도 더 크다는 것을 보여주고 있다.

3. 라켓의 y축 변위

일반적인 백핸드 스트로크를 분석한 Behm(1987)에 의하면,

신체운동학적인 관점에서 특별한 근력 훈련 프로그램을 통하여 라켓 헤드 속도와 임팩트 후 볼의 속도는 향상되어진다고 보고 하였다. 이것은 Hong et al.(1995)의 연구에서 보듯이 스쿼시 기술들을 수행하는데 있어서 중요한 요소가 임팩트 된 볼의 속도로써 빠른 스윙을 하기 위해서는 라켓을 일정각도로 신속하게 끌어내리는 동작이 필요하다는 보고와 유사하게 나타났다.

4. 각속도 요인

수관절의 각속도에서는 스쿼시가 라켓볼보다 IM 시 손목의 스냅을 더 많이 이용하는 것을 보여주고 있고 주관절의 각속도에서는 스쿼시의 경우 TS 국면이 라켓볼의 경우 IM 국면이 더 중요한 시점이라고 판단되어지며 견관절의 각속도에서는 스쿼시의 경우 굴곡운동이 신전운동으로 라켓볼의 경우 신전운동이 굴곡운동으로 전환되는 정 반대되는 양상을 보이고 있다. 이는 스쿼시의 경우 IM 시 볼을 위에서 아래로 라켓을 끌어당기면서 잡아채듯이 스윙하는 모습을 보여주고 있고 라켓볼의 경우 IM 시 볼을 견관절을 회전시키면서 스윙하는 모습을 보여주고 있다. 따라서 스쿼시는 볼을 임팩트 하기 전, 라켓볼은 임팩트 하는 시점이 더 중요한 것으로 나타났다.

주관절 각속도의 결과는 김승권(2007)의 스쿼시와 테니스 백핸드 스트로크 비교의 결과와 유사하게 나타났다.

5. 라켓의 속도 요인

Elliott, Marshall & Noffal(1996)이 연구한 포핸드 드라이브의 상지분절에 따른 라켓헤드 스피드 기여도의 연구에서는 임팩트 순간 라켓 헤드의 중심속도가 평균 (30.8 m/s)로 나타난다고 보고 하였다. 이는 포핸드가 백핸드 보다 라켓의 위치가 더 높ی 올라 갈 수 있으므로 DS 구간에서 라켓을 더욱 강력하게 몸 쪽으로 끌어당김으로서 백핸드 보다는 포핸드가 빠른 속도의 라켓 스피드를 낼 수 있기 때문이라고 판단된다.

스쿼시 백핸드와 라켓볼 백핸드 스트로크의 DS 구간부터 IM 시까지의 속도는 비슷하게 나타났지만 FT 구간에서의 속도는 라켓볼의 스윙이 조금 더 완만하게 감소하는 모습을 보여주고 있는데 이는 스쿼시의 경우 FT 구간에서 스윙을 간결하게 끝내고 라켓볼의 경우 FT 구간에서 스윙이 조금 더 크기 때문에 속도가 완만하게 감소하는 것으로 나타났다. 스윙의 정점에서의 속도도 스쿼시(20.2 m/s) 라켓볼(17.6 m/s)로 스쿼시가 더 크게 나타났다. 스쿼시 라켓의 속도(20.2 m/s)는 안용환(2007)의 연구에서 스쿼시 백핸드 임팩트 시 라켓 헤드의 속도 (12.8 m/s) 보다는 높고 조규권과 김유신(2007)의 연구에서의 결과(25.0 m/s)보다는 낮게 나타났다.

본 연구의 결과를 통하여 스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크

의 차이에 대한 이해를 증진시킬 수 있을 것으로 판단되며, 스쿼시와 라켓볼 지도자 및 선수들에게 백핸드 스트로크에 대한 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 스쿼시 백핸드 스트로크의 형태는 O자형, 라켓볼의 백핸드 스트로크의 형태는 U자형을 보여주고 있는데 이는 볼의 탄성이 라켓볼보다 약한 스쿼시에서는 보다 간결하고 빠른 스윙동작이 필요하다고 사료된다. 그러나 보다 정확한 연구를 위해서는 보다 많은 피험자와 지면반력이나 근전도(EMG)를 사용하여 백핸드 스트로크 시 근육활동의 정략적 자료를 제시할 필요가 있다고 생각되어진다.

V. 결론

스쿼시와 라켓볼 백핸드 스트로크의 운동학적 변인들을 3차원 영상분석법으로 비교분석한 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 스쿼시의 경우 라켓의 상하 움직임이 크게 나타났으며 라켓볼의 경우는 라켓의 전후 및 좌우 움직임이 크게 나타났다.

둘째, 스쿼시의 경우 라켓은 수직으로 급격히 이동한 후 전방으로 이동하여 볼을 임팩트하고 전상방에서 Finish가 이루어지는 'U'자형 패턴을 보였다.

셋째, 라켓볼의 경우 라켓은 후방을 거쳐 하방으로 회전시켜 볼을 임팩트 한 후 팔로우 스루 시 전하방에서 회전을 한 후 후상방에서 끝나는 'O'자형 변위를 보였다.

넷째, 스쿼시의 경우 몸통 전체가 전방으로 이동하지만 라켓볼의 경우는 고관절보다 견관절이 더 많이 이동하는 양상을 보였다.

다섯째, 수관절, 주관절 및 견관절의 각속도는 두 동작에서 서로 상이하게 나타났는데, 스쿼시 시는 볼을 임팩트 하기 전, 라켓볼 시는 임팩트 하는 시점에 각속도가 가장 크게 나타났다.

여섯째, 임팩트 시 라켓의 속도는 스쿼시의 경우가 조금 더 크게 나타났다.

일곱째, 전반적으로 스쿼시 보다 라켓볼 백핸드 스트로크의 동작은 상하로는 적게 전후로는 크게 나타났다.

최종 결론으로 스쿼시 백핸드는 짧은 시간에 위에서 아래로 라켓을 움직여 임팩트 직전에 최고의 속도를 내고 짧은 팔로우로 마무리하고 라켓볼은 후방에서 전방으로 어깨 턴을 크게 하여 임팩트 시 최고의 속도를 내며 긴 팔로우로 마무리 하도록 지도하여야 한다고 보여진다.

참고문헌

김승권(2007). 스쿼시와 테니스 백핸드 스트로크의 운동학적

- 비교. *한국스포츠리서치*, 18(6), 375-384.
- 김원관, 이강욱, 박경실, 윤태훈(2002). *스쿼시론*. 대한스쿼시 연맹.
- 박성순 (1992). *골프스윙동작의 운동역학적 분석*. 국민대학교 논문 제11집.
- 안용환, 류지선, 임영태, 류호영(2007). 스쿼시 백핸드 드라이브 동작 시 상지 분절의 운동학적 변인 분석. *한국운동역학회지*, 17(2), 145-156.
- 이강수(2005). *연령과 속도 조건에 따른 스쿼시 포핸드 스윙의 타이밍 정확성*. 미간행 석사학위 논문. 서울대학교 대학원.
- 이경일, 이희경(2007). 스쿼시 포핸드 드라이브 동작의 임팩트 시 운동학적 주요요인 분석. *한국운동역학회지*, 17(1), 29-39.
- 이희경(2007). 스쿼시 포핸드 드라이브 동작의 운동역학적 분석. *한국스포츠리서치*, 18(1), 267-276.
- 조규권, 김유신(2007). 스쿼시 백핸드 드라이브 동작 시 운동학적 분석과 근활성도에 관한 연구. *한국운동역학회지*, 17(3), 11-21.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Kararah, H.(1971). *Direct Linear Transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceedings of the Symposium in Close-range photogrammetry 1-18. Fall Church, VA : American Society of Photogrammetry.
- Behm, D. G.(1987). A kinesiological analysis of the squash stroke. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 9(5), 4-14.
- Chapman, A.(1986). *Factors determining squash ball velocity and implications for the stroke*. In Proceedings of the North American Society of Biomechanics, 25-27.
- Elliott, B., Marshall, R., & Noffal, G.(1996). The role of upper limb segment rotations in the development of racket-head speed in the squash forehand. *Journal of Sports Science*, 14, 159-165.
- Hong, Y., Robinson, P. D., Chan, W. K., Clark, C. R., & Choi, T.(1996). Notational analysis on game strategy used by the world's top male squash players in international competition. *Australias Journal Science Medical. Sport*, 28, 18-23.
- Hong, Y., Wei-Ping, Li., & Danny.(1995). *Kinematic study on backhand stroke performed by world class squash player in international competition*. XVth Congress of the International Society of Biomechanics, July 2-6, 1995, Jyvaskyla: book of abstracts, Jyvaskyla, University of Jyvaskyla, 400-401.
- Youlian, H., Thomas, C. C., & Daniel, W. C(1996). A comparison of the game strategies employed by national and international squash players in competition situation. *Journal of Human Movement Studies*, 31, 89-104.