

죽도 무게변화에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 분석

정남주¹ · 김재필² · 구종모²

¹호남대학교 환경이공대학 체육과학부 · ²순천대학교 인문예술대학 사회체육과

Kinematical Analysis on the Head Hitting Motion Based on Weight Change of Bamboo Swords

Nam-Ju Chung¹ · Jae-Pil Kim² · Jong-Mo Ku²

¹Division of Sport Science, College of Environmental Science and Engineering, Honam University, Gwangju, Korea

²Department of Sport and Leisure Science, College of Humanities and Arts, Suncheon National University, Suncheon, Korea

Received 31 October 2009; Received in revised form 11 November 2009; Accepted 26 March 2010

ABSTRACT

This study was performed to investigate the kinematic factors on the head hitting motion based on weight change of bamboo swords in kumdo. The kinematic factors, needed time per phase, COB displacement and velocity, angle(wrist, elbow, shoulder joint, hip joint, knee joint), were analyzed by the 3-D motion analysis method against 6 male middle school athletes. The results were as follows. 1. The needed time of head hitting motion based on weight change of bamboo swords was shorter when weight was heavier. 2. The COB displacement of left/right was bigger when weight was heavier. the displacement of right foot was higher at backswing phase and impact phase when weight was heavier and at impact time when weight was lighter. 3. The COB velocity was faster at impact time when weight was heavier, the velocity of sword tip was fastest for each event with bamboo sword weight of 440 g. 4. The angle of left elbow was smaller at top of backswing and impact when weight was heavier, the angle of left shoulder was bigger when weight was heavier, the right knee angle was bigger at start when weight was heavier, at impact when weight was lighter.

Keywords : Kumdo, Bamboo Sword, Head Hitting, Backswing, Impact

I. 서 론

생활도구에서 종족을 보호할 수단으로 발생된 검은 오늘에 이르러 신체적 정신적인 단련을 위한 스포츠 검도로 변화되어 오면서 많은 발전을 가져왔다. 이러한 발전은 호구와 죽도의 발명으로 이어져 수련 방법에서 획기적인 변화를 가져왔는데, 전형화된 형 중심의 연습에서 보다 실전과 같은 연습을 할 수 있게 되었고, 한층 효과적인 수련방법과 일정한 규칙이 갖춰

진 경기화된 스포츠 검도의 틀이 갖춰지게 되었다. 검도는 두사람의 경기자가 호구를 착용하고 죽도를 이용하여 상대방

의 유효타격부위를 가격함으로써 승부를 겨루는 경기이다. 검도의 공격부위로는 머리, 손목, 목과 가슴 등으로 구분되며 이 부위 중 어느 한곳이든 기(氣), 검(劍), 체(體)가 일치되어 먼저 치거나 찌르는 선수가 한판으로 득점할 수 있다. 따라서 경기에서 승리하기 위해서는 다양한 공격기술과 정확도를 가지고 원활하게 공격해야 한다(민창기, 2001).

이종립(1995)은 검도는 칼의 역학적 원리를 응용하여 겨루기를 행하며 정해진 경기심판규칙에 의해 승패를 가리는 격투기적 개인 경기라고 정의 하였다. 경기방법에 있어서 민창기, 배성재, 및 손윤숙(1995)은 검도 경기는 상대에게 유효타를 때리면 승리하는 경기방식이기 때문에 효과적인 공격방법 즉, 빠르고 정확한 공격력이 중요하다고 하였다. 공격부위로는 정면머리, 좌우측머리, 좌우측손목, 좌우측허리, 찌름(목과가슴),

Corresponding Author : Jae-Pil Kim
Department of Sport and Leisure Science, Suncheon National University,
413 Jungangno Suncheon, Jeollanam-do, Korea
Tel : +82-61-750-5210 / Fax : +82-61-750-3977
E-mail : jpkim@suncheon.ac.kr

손목, 머리치기 등으로 구분하였으며, 이중에서 머리치기는 검도의 기본이 되는 중요한 동작으로 가장 효과적으로 상대를 제압할 수 있는 기술이라고 주장하였다.

박현호(1984)는 검도경기에서 타격부위별 공격이 승패에 미치는 영향이라는 연구에서 공격시도 빈도에 있어서 머리 67.7%, 손목 29.6%, 허리 5.4% 순이고, 득점 성공면에서는 허리 16.7%, 손목 10.3%, 머리 6.8% 순으로 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 머리치기 동작의 기술이 가장 기본이 되고 효과적인 공격 기술이기는 하지만 득점으로 연결하기는 어려운 기술이며, 기술 완성도가 어렵기 때문에 많은 연습이 필요하다고 할 수 있다.

김재일(1994)은 검도는 체급 구분 없이 남녀 개인과 단체경기로 이루어져 있으며 주어진 경기시간과 한정된 경기장에서 상대자와 접근하여 짧은 시간에 공격과 방어로써 승부를 결정해야 하는 운동이기 때문에 고도의 기술 변화와 숙련이 요구될 뿐 아니라 빠른 판단과 민첩성, 과감성이 필요하다고 하였다. 또한 박상덕(1990)에 의하면 모든 운동 경기의 승패에 영향을 미치는 것은 크게 신체적 특징과 연습 및 훈련요인, 생리적으로인, 심리적으로인 등으로 볼 수 있는데, 특히 검도 경기는 격기 스포츠로서 상대와 직접적인 신체 접촉을 통하여 진행되는 경기이므로 신체적 특징이 중요하다고 하였다. 따라서 인간의 신체적 특징은 여러 가지 면에서 분류하여 볼 수 있으나 무체급 경기인 검도에서는 신장 차이를 가장 큰 특징으로 보았다. 이러한 특징을 송주호와 박근호(2004)는 신장차이에 따른 공격부위별 득점율은 자신의 신장이 상대보다 큰 경우에는 머리공격 기술을 사용하고 비슷한 경우와 작은 경우는 손목, 허리기술을 효과적으로 사용하는 것이 승패를 결정짓는 요인이라고 보고하였다.

빠르고 정확한 동작이 중요한 검도 경기에서는 체급이 없는 특수성 때문에 선수들의 신체 조건과 죽도와 같은 장비의 무게가 경기에 큰 영향을 미친다. 이러한 원인으로 인하여 정규경기에서 부정죽도 사용 문제가 빚어지기도 한다. 그동안 변화되어 온 중학생의 죽도규격을 살펴보면, 남녀 구분 없이 길이가 112 cm에서 114 cm로 길어졌으며, 무게는 375 g에서 425 g으로 늘어났다가 지금은 남학생은 440 g 이상, 여자는 400 g 이상으로 개정되어 사용되고 있다. 지도자들은 경기력을 높이기 위해 죽도의 무게를 30 g의 차이를 두어 연습 시 사용하고 있으나 이에 대한 역학적 장단점은 명확하게 제시되지 못하고 있다.

지금까지 검도경기 결과분석에 관한 연구들로는(김운태, 박근호, 2006; 민창기, 배성제, 이기철, 2001; 박상덕, 1990; 박현호, 1984; 이기웅, 1981; 이병준, 1996; 이철구, 1988) 등이 있으며, 검도 기술의 운동학적 분석에 관한 연구들로는(김기형 등, 2001; 김병철, 1998; 김승철, 1984; 김창범, 2005; 안찬규, 2001; 이창준, 최기창, 1998; 임규찬, 2000) 등이 있는데, 죽도무게를

고려한 선행연구는 전혀 이루어지지 않았다.

따라서 검도경기에서 바른 자세와 경기력에 영향을 미치는 원인중의 하나인 죽도 무게를 다양하게 변화시켜가며 검도의 기본이 되는 머리치기 동작을 통해 상황에 따라 변화하는 운동학적 특성을 연구할 필요가 있다. 본 연구의 목적은 중학교 검도 선수들의 죽도 무게 변화에 따른 머리치기 동작에 대한 운동학적 변인을 비교 분석하여 지도자와 선수 그리고 일반 수련자들에게 기초 자료로 제공하는 데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상지는 순천시에 소재한 중학교 검도 선수 6명의 선수를 대상으로 하였다. 이들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. The general characteristics of the subjects

subjects	Height (cm)	Weight (kg)	Age (year)	Career (years)
A	175	66	16	4
B	170	53	16	4
C	165	48	16	3
D	170	50	14	5
E	170	52	14	2
F	165	50	15	2
<i>M</i>	169.17	53.17	15.17	3.13
<i>SD</i>	3.76	6.52	0.98	1.41

2. 실험절차

본 연구는 검도경기를 수행할 수 있는 체육관에서 실시하였다. 우선 길이 2 m, 폭 1 m, 높이 2 m의 통제점들을 조립하여 설치하였다. 녹화를 위해 총 4대의 디지털 비디오 카메라 (Sony VX 2000)를 통제점들을 중심으로 설치하였으며, 디지털 비디오 카메라의 셔터스피드를 1/3000로 설정하였다. 실험 대상자의 상의는 탈의하였고, 하의는 타이즈를 착용하게 하였다. 죽도를 포함한 신체관찰에 총 18개의 신체마커를 부착하였다. 검도에서 머리치기동작을 실시하여 실제 거리를 측정 후 연습용 타게트를 설치하고 이를 기준으로 1.80 m에 라인을 그어 동작의 시작점을 표시하였다. 시작점을 기준으로 통제점들을 설치하여 약 3분간 촬영한 후 제거하였다. 실험을 시작하기 전

실험대상자들에게 충분한 워밍업을 실시하게 하였고, 실험의 순서를 이해시켰다. 정해진 순서에 의해 차례로 머리치기 동작을 실시하게 하였다. 죽도의 무게는 410 g, 440 g, 470 g의 순으로 한 사람이 각 무게당 3번씩 머리치기 동작을 실시하게 하였고 이를 녹화하였다. 실험장면은 <Figure 1>과 같다.

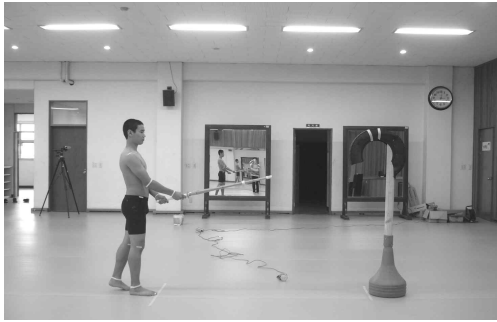


Figure 1. A set of experimentation

3. 자료처리방법

36개의 통제점 틀이 표시되어있는 통제점을 정해진 순서대로 5번씩 좌표화한 후 파일로 저장하였으며 이때 머리치기 동작을 수행하는 방향을 중심으로 좌-우방향을 X축, 전-후방향을 Y축, 수직방향을 Z축으로 설정하였다. 신체 관절 중심점은 관절에 식별을 용이하게 하기 위해 부착하였다. 마커를 바탕으로 14개의 분절이 서로 연결되어 있는 강체계(linked rigid body system)로 정의하였다. 각 분절의 무게 중심점과 전신 무게 중심점을 구하기 위해 Plagenhoef(1983)의 신체분절지수(body segment parameter)를 이용하였다. 죽도가 움직이기 시작하기 전 5프레임에서 임팩트가 수행된 후 5프레임까지 수치화하였다. 통제점과 신체관절 중심점의 영상자료는 디지털이징 후 동조하여 얻은 2차원 좌표로부터 3차원 좌표를 산출하기 위해 공간좌표를 이미 알고 있는 통제점을 활용하는 DLT(direct linear transformation)방법을 이용하였다(Abdel-Aziz & Karara, 1971). DLT방법은 테이프에 기록된 영상이 투영되어 실제계측이 이루어지는 2차원 영상평면 좌표계와 피사점이 위치하는 실공간 좌표계에 기록된 좌표사이의 선형 변환식을 추출하는 방법이다. 3차원 좌표값 산출 시 디지털이징 오차 등 여러 가지 원인에 의해 노이즈(noise)가 발생하는데 이러한 노이즈를 제거하기 위해 버터워스(butterworth) 4차 저역통과 필터(low-pass-filter)를 이용하여 스무딩(smoothing)을 실시하였으며 이때 차단주파수는 8.0 Hz로 하였다. 이와 같은 분석을 위해 KWON3D Ver. 3.1 동작분석 프로그램을 사용하였다.

4. 분석변인 및 구간

본 연구에서 분석변인은 소요시간, 신체중심변위, 발의 수직변위, 신체중심속도, 죽도선형속도, 각도변인을 분석하였다. 각 변인별 분석시점과 구간은 <Figure 2>와 같다.

1) 시점(event) 설정

- ① Event1 : 정지상태의 죽도가 움직이기 시작한 시점(start)
- ② Event2 : 죽도 끝이 머리 뒤로 움직여 최대로 백스윙된 시점(top of backswing)
- ③ Event3 : 머리치기 동작의 임팩트 시점(impact)

2) 구간(phase)설정

- ① Phase 1 : 스타트에서 백스윙 탑 시점까지(backswing phase)
- ② Phase2 : 백스윙 탑에서 임팩트 시점까지(impact phase)

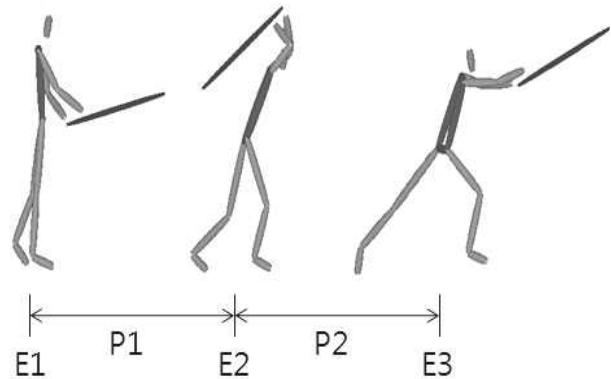


Figure 2. Event and Phase

III. 결 과

1. 구간별 소요시간

죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작의 구간별 소요시간은 준비동작에서 백스윙 탑까지(phase 1), 백스윙 탑에서 임팩트(phase 2)까지, 총 수행시간(total)을 분석하였으며, 그 결과는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Elased time (unit: sec)

Factor	Phase			Total
	Back swing	Impact		
410 g	<i>M</i>	0.428	0.230	0.658
	<i>SD</i>	0.04	0.01	0.04
440 g	<i>M</i>	0.435	0.232	0.677
	<i>SD</i>	0.03	0.03	0.04
470 g	<i>M</i>	0.446	0.235	0.681
	<i>SD</i>	0.02	0.02	0.03

Table 3. Displacement of center of mass

(unit: cm)

Factor	Phase	Backswing			Impact			Total		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
410 g	<i>M</i>	2.16	32.48	6.16	3.78	35.21	4.15	5.94	69.36	10.31
	<i>SD</i>	0.95	3.86	1.61	1.42	4.64	2.24	2.03	5.72	2.90
440 g	<i>M</i>	2.37	34.21	5.62	4.34	35.01	4.54	6.71	69.90	10.11
	<i>SD</i>	1.12	5.61	2.49	1.48	7.06	1.87	1.54	10.60	1.57
470 g	<i>M</i>	2.97	34.50	6.33	4.56	37.04	4.86	7.53	71.46	10.68
	<i>SD</i>	1.01	6.12	1.78	1.57	3.70	1.85	2.13	7.17	1.81

<Table 2>에서 보는 바와 같이 죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작의 구간별 소요시간은 Backswing 구간에서 410 g은 0.428 sec, 440 g은 0.435 sec, 470 g은 0.446 sec가 소요되었으며, Impact 구간에서 410 g은 0.230 sec, 440 g은 0.232 sec, 470 g은 0.235 sec, 총 수행시간은 410 g은 0.658 sec, 440 g은 0.677 sec, 470 g은 0.681 sec가 소요된 것으로 나타났다. 본 연구결과 죽도무게가 무거울수록 구간별 소요시간이 많이 소요된 것으로 나타났는데, 전체 수행시간에서 Backswing 구간의 수행시간이 평균 65%를 차지하였다.

2. 신체중심변위

죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작시 신체중심의 변위는 구간(phase)별, 그리고 전체(total) 변위를 구하였다. 머리치기 동작에서 진행방향 기준으로 좌-우(X)방향, 전-후(Y)방향, 상-하(Z)방향으로 설정하여 구하였으며 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3>에 의하면 죽도 무게변화에 따른 검도 머리치기 동작 시 구간별 신체중심 변위는 Backswing 구간에서 410g의 X축 변위는 2.16 cm, Y축 변위는 32.48 cm, Z축 변위는 6.16 cm로 나타났다. 440 g의 경우 X축 변위는 2.37 cm, Y축 변위는 34.21 cm, Z축 변위는 5.62 cm로 나타났으며, 470 g의 X축 변위는 2.97 cm, Y축 변위는 34.50 cm, Z축 변위는 6.33 cm로

나타났다. Impact 구간에서 410 g의 X축 변위는 3.78 cm, Y축은 35.21 cm, Z축은 4.15 cm로 나타났으며, 440 g의 경우 X축 변위는 4.34 cm, Y축 변위는 35.01 cm, Z축 변위는 4.54 cm로 나타났고, 470 g의 경우는 X축은 4.56 cm, Y축은 37.04 cm, Z축은 4.86 cm로 나타났다. 전체적으로는 410 g의 X축 변위는 5.94 cm, Y축은 69.36 cm, Z축은 10.31 cm로 나타났으며, 440 g의 경우 X축 변위는 6.71 cm, Y축 변위는 69.90 cm, Z축 변위는 10.11 cm로 나타났고, 470 g의 경우는 X축은 7.53 cm, Y축은 71.46 cm, Z축은 10.68 cm로 나타났다.

3. 발의 수직적 변위

죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작시 구간별 오른발의

이동변위는 각 구간별로 발이 상하(Z)로 가장 높이 들어 올려진 값과 Impact time 순간의 값을 구하였으며, 그 결과는 <Table 4>와 같다.

Table 4. Displacement of right foot

(unit: cm)

Factor	Phase	Back swing	Impact	Impact time
410 g	<i>M</i>	6.93	16.92	11.26
	<i>SD</i>	3.60	4.10	4.01
440 g	<i>M</i>	7.63	17.12	10.08
	<i>SD</i>	4.33	4.80	2.29
470 g	<i>M</i>	7.69	17.40	9.10
	<i>SD</i>	3.71	4.19	2.30

<Table 4>에 나타난 바와 같이 Backswing 구간에서 410 g은 6.93 cm, 440 g은 7.63 cm, 470 g은 7.69 cm 들어 올렸고, Impact phase에서 410 g은 16.92 cm, 440 g은 17.12 cm, 470 g은 17.40 cm 들어 올렸으며, Impact time에서는 410 g은 11.26 cm, 440 g은 10.08 cm, 470 g은 9.10 cm의 높이로 나타났다. 김기형 등(2001)은 Impact time시 10.2 cm를 보고하였고, 김창범(2005)은 학습수준이 높을수록 Impact time시 오른발의 위치는 높게 나타났으며, 중학생의 경우 Impact time시 11.42 cm 높이였다고 보고하였다. 본 연구결과 Backswing 구간과 Impact 구간에서는 죽도무게가 무거울수록 오른발의 높이 들어 올렸으며, Impact time에서는 죽도무게가 가벼울수록 오른발의 위치가 높게 나타났다.

4. 신체중심속도

신체중심속도는 합성속도를 의미하며 이벤트별 평균속도를 구하였으며, 그 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5>에 나타난 바와 같이 죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작시 신체중심속도는 Start에서 410 g이 33.72 cm/sec, 440 g이 38.51 cm/sec, 470 g이 35.28 cm/sec로 나타났고, Top of Backswing에서 410 g이 117.32 cm/sec, 440 g이 114.70 cm/sec, 470 g이 120.53 cm/sec로 나타났으며, Impact에서 410 g이 215.09 cm/sec,

Table 5. Velocity of center of mass (unit: cm/sec)

Factor	Event	Event		
		Start	Top of Backswing	Impact
410 g	M	33.72	117.32	215.09
	SD	9.48	9.04	18.35
440 g	M	38.51	114.70	230.67
	SD	9.72	10.44	19.87
470 g	M	35.28	120.53	236.90
	SD	12.48	10.00	30.89

440 g이 230.67 cm/sec, 470 g이 236.90 cm/sec로 나타났다. 본 연구에서 속도 무게에 따른 머리치기 동작시 신체중심속도를 살펴보면 Impact 순간 속도무게가 무거울수록 빠른 속도를 보였다.

5. 속도 선형의 속도

속도의 속도는 속도의 가장 자리인 선형의 합성속도를 의미하며 이벤트별 속도를 분석하였으며, 그 결과는 <Table 6>과 같다.

Table 6. Velocity of sword tip (unit: cm/sec)

Factor	Event	Event		
		Start	Top of Backswing	Impact
410 g	M	109.25	198.74	491.21
	SD	35.32	40.18	94.33
440 g	M	111.46	209.24	615.03
	SD	41.27	65.87	260.90
470 g	M	107.53	204.06	570.82
	SD	40.61	63.85	236.66

<Table 6>에 나타난 바와 같이 속도 무게변화에 따른 이벤트별 선형의 속도는 Start 동작에서 410 g은 109.25 cm/sec, 440 g은 111.46 cm/sec, 470 g은 107.53 cm/sec로 나타났고, Top of Backswing시 410 g은 198.74 cm/sec, 440 g은 209.24 cm/sec, 470 g은 204.06 cm/sec로 나타났고, Impact시 410 g은 491.21 cm/sec, 440 g은 615.03 cm/sec, 470 g은 570.82 cm/sec로 나타났다. 본 연구결과 속도 무게에 따른 선형의 속도에 큰 차이는 나지 않았지만, 440 g의 속도무게가 각 이벤트에서 선형의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

6. 각도변인

각도변인은 신체동작의 자세변화를 살펴보는 데 중요한 변인으로 취급되고 있다. 본 연구에서는 손목각도, 팔꿈치각도, 어깨각도, 오른쪽 무릎각도 그리고 고관절각도를 살펴보았다.

1) 손목각도

손목각도는 속도와 전환이 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 이벤트별 좌-우측 손목관절각을 분석하였으며, 그 결

Table 7. Angle of wrist joint (unit: deg)

Factor	Event	Event					
		Start		Top of Backswing		Impact	
		left	right	left	right	left	right
410 g	M	114.62	133.50	66.35	93.59	137.13	153.99
	SD	7.13	6.25	7.41	3.21	4.19	2.74
440 g	M	112.32	132.72	68.27	92.83	131.64	153.37
	SD	6.87	5.58	6.37	7.67	6.27	4.20
470 g	M	114.27	132.27	69.18	95.74	135.69	155.00
	SD	4.22	4.54	8.72	9.11	6.73	3.35

과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7>은 머리치기 동작시 속도 무게변화에 따른 각 이벤트별 좌-우측 손목각도를 나타낸 것이다. Start 동작시 410 g 좌-우측 손목각이 114.62°, 133.50°, 440 g의 좌-우측 손목각이 112.32°, 132.72°, 470 g 좌-우측 손목각은 114.27°, 132.27°였고, Top of Backswing시 410 g 좌-우측 손목각이 66.35°, 93.59°, 440 g의 좌-우측 손목각이 68.27°, 92.83°, 470 g 좌-우측 손목각은 69.18°, 95.74°였으며, Impact시 410g 좌·우측 손목각이 137.13°, 153.99°, 440 g의 좌-우측 손목각이 131.64°, 153.37°, 470 g 좌-우측 손목각은 135.69°, 155.00°로 나타났다. 손목 각도는 준비시점인 Start 동작에서 속도의 선형을 머리 뒤로 넘기는 백스윙 탐까지 손목관절을 최대한 굴곡시키고 임팩트시 손목을 최대한 신전시키게 된다.

2) 팔꿈치각도

본 연구에서 팔꿈치각도는 전환과 상완이 이루는 사이각도를 의미하는 것이며, 이벤트별 좌-우측 팔꿈치각도를 분석하였다. 그 결과는 <Table 8>과 같다.

Table 8. Angle of elbow joint (unit: deg)

Factor	Event	Event					
		Start		Top of Backswing		Impact	
		left	right	left	right	left	right
410 g	M	133.33	143.89	116.90	88.86	143.44	155.00
	SD	6.60	7.32	8.43	5.19	6.85	3.17
440 g	M	133.57	142.05	112.49	91.66	141.96.2	155.47
	SD	9.63	8.61	8.68	6.43	35	3.96
470 g	M	132.93	144.33	112.20	90.91	139.44	156.69
	SD	7.36	7.69	7.85	3.366	3.92	5.36

<Table 8>에 나타난 바와 같이 Start 동작시 410 g의 경우 좌-우측 팔꿈치각도는 133.33°, 143.89°, 440 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 133.57°, 142.05°, 470 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 132.93°, 144.33°로 나타났으며, Top of Backswing에서는 410 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 116.90°, 88.86°, 440 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 112.49°, 91.66°, 470 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 112.20°, 90.91°로 나타났다. Impact 시점에서 410 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 143.44°, 155.00°, 440 g의 좌-우측 팔꿈치각도는 141.96°,

155.47°, 470 g 좌·우측 팔꿈치각도는 139.44°, 156.69°로 나타났으며, 죽도가 무거울수록 Top of Backswing과 Impact에서 좌측 팔꿈치각도 변화가 낮게 나타났다.

3) 어깨각도

어깨각도는 몸통과 전완이 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 이벤트별 좌·우측 어깨 각도를 분석하였으며, 그 결과는 <Table 9>와 같다.

Table 9. Angle of shoulder joint (unit: deg)

Factor	Event	Start		Top of Backswing		Impact	
		left	right	left	right	left	right
410 g	M	10.58	20.65	129.74	140.04	79.30	100.33
	SD	4.26	5.61	11.42	6.53	6.51	7.15
440 g	M	14.35	18.95	134.48	138.89	84.90	97.62
	SD	2.65	6.63	12.29	20.80	9.85	8.41
470 g	M	9.50	19.36	135.81	148.02	79.73	100.34
	SD	1.68	4.48	12.77	10.08	4.05	3.53

<Table 9>에 나타난 바와 같이 Start 동작시 410 g의 경우 좌·우측 어깨각도는 410 g의 경우 10.58°, 20.65°, 440 g은 14.35°, 18.95°, 470 g은 9.50°, 19.36°로 나타났으며, Top of Backswing에서는 410 g의 경우 129.74°, 140.04°, 440 g은 134.48°, 138.89°, 470 g은 135.81°, 148.02°로 나타났다. Impact에서 410 g 79.30°, 100.33°, 440 g은 84.90°, 97.62°, 470 g은 79.73°, 100.34°로 나타났다. 김기형 등(2001)은 좌측 견관절의 각변위는 123.74°로 보고하였는데, 본 연구에서는 410 g은 119.16°의 각변위를, 440 g은 120.13°의 각변위를, 470 g은 126.31°의 각변위를 보였다.

4) 우측 무릎각도

우측 무릎각도는 대퇴와 하퇴가 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 그 결과는 <Table 10>과 같다.

Table 10. Angle of right knee joint (unit: deg)

Factor	Event	Start	Top of Backswing	Impact
		410 g	M SD	167.71 4.51
440 g	M SD	168.52 2.81	122.61 21.25	128.55 6.33
470 g	M SD	171.11 1.36	122.96 17.80	128.92 5.82

<Table 10>에 나타난 바와 같이 죽도 무게변화에 따른 머리 치기 동작시 이벤트별 우측 무릎각도는 Start에서 410 g은 167.71°, 440 g은 168.52°, 470 g은 171.11°였고, Top of Backswing에서 410 g은 123.11°, 440 g은 122.61°, 470 g은

122.96°였으며, Impact에서 410 g은 129.79°, 440 g은 128.55°, 470 g은 128.92°로 나타났다.

5) 고관절각도

고관절각도는 몸통분절과 대퇴가 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 그 결과는 <Table 11>과 같다.

Table 11. Angle of hip joint (unit: deg)

Factor	Event	Start		Top of Backswing		Impact	
		left	right	left	right	left	right
410 g	M	162.03	170.52	170.07	146.03	157.29	128.38
	SD	6.52	5.05	5.91	16.63	4.74	10.04
440 g	M	159.44	166.69	168.62	144.84	157.62	131.33
	SD	8.56	4.28	6.02	16.11	2.63	6.83
470 g	M	159.67	166.52	168.53	144.44	157.37	131.52
	SD	3.45	3.14	6.02	15.11	4.33	6.36

<Table 11>에 나타난 바와 같이 죽도 무게변화에 따른 머리 치기 동작시 이벤트별 우측 고관절각도는 Start에서 410 g은 170.52°, 440 g은 166.69°, 470 g은 166.52°였고, Top of Backswing에서 410 g은 146.03°, 440 g은 144.84°, 470 g은 144.44°였으며, Impact에서 410 g은 128.38°, 440 g은 131.33°, 470 g은 131.52°로 나타났다.

IV. 논 의

죽도무게가 무거울수록 구간별 소요시간이 많이 소요된 것으로 나타났다. 김창범(2005)의 연구에서 중학생의 경우 총 소요시간은 2.84 sec라고 보고하였고, 최기창(1998)은 0.50 sec로 보고하여 본 연구결과보다 짧은 소요시간을 보였다. 김기형 등(2001)은 대학생에 대상으로 한 연구에서 Backswing 구간에서 0.37 sec, Impact 구간에서 0.29 sec, 전구간 소요시간이 0.67 sec가 소요되었다고 보고하였는데, 본 연구결과와 비교해 볼 때 Backswing 구간에서는 짧게 소요되었고, Impact 구간에서는 더 많은 시간이 소요되었으나, 전체적으로는 비슷한 결과를 보였다. 머리치기 동작에서 수행동작의 소요시간이 짧을수록 빠른 공격이 가능하다는 점에서는 죽도무게가 가벼울수록 구간별 소요시간을 줄일 수 있으므로 전체 수행시간을 단축시킬 수 있을 것으로 사료된다.

신체중심변위에서 Backswing 구간과 Impact 구간에서 죽도 무게가 무거울수록 신체중심 변위가 좌·우 방향으로 흔들림이 크게 나타났다. 전체적으로는 죽도무게가 무거울수록 좌·우 방향의 움직임 변위와 진행방향의 움직임 변위는 Impact 구간에

서 더 크게 나타났으며, 상·하 움직임 변위에서는 Backswing 구간에서 더 크게 나타났다. 이러한 결과를 종합하여 보면 죽도무게가 무거울수록 좌·우 방향으로 흔들림이 커져 균형유지에 어려움이 있는 것으로 판단할 수 있다.

죽도 무게변화에 따른 머리치기 동작시 신체중심속도를 살펴보면 Impact 순간 죽도무게가 무거울수록 빠른 속도를 보였다. 김병철(1998)은 Impact 순간 수평속도가 207.8 cm/sec, 이창준과 최기창(1998)은 Impact 순간 수직속도가 247.16 cm/sec로 크게 증가하였다고 보고하였는데, 이는 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

죽도 무게에 따른 선혁의 속도에 큰 차이는 나지 않았지만, 440 g의 죽도무게가 각 이벤트에서 선혁의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다. 이는 평소 연습시 익숙한 무게여서 동작에 무리가 없고 임팩트에 대한 감각이 정상적으로 발휘되어 나타난 결과라고 생각된다. 김창범(2005)은 학습수준이 높을수록 최고속도가 빠르게 나타났으며, 중학생의 경우 임팩트시 459.13 cm/sec로 보고하여 본 연구결과에 미치지 못하였다. 또한, 합성속도가 임팩트 직전까지 증가했다가 감소된 후 최종 타격이 되었는데, 이러한 변화는 임규찬(2000), Elliot, Marsh와 Overheu(1987) 그리고 Plagenhoef(1971) 등의 연구와 일치된 결과를 보였다.

검도에서 손목의 작용은 중요한 요인으로 간주되는데 김기형 등(2001)은 임팩트시 손목의 스냅을 주는 이유는 좀더 정확하고 강한 타격의 효과를 주기 위해서이고 이 때문에 임팩트시 손목관절의 각도는 최대가 된다고 하였다. 준비자세에서 좌측 손목각도가 110.49°, 백스윙시 81.10°, 임팩트시 148.84°로 준비자세에서 임팩트까지 손목의 각변위는 67.74°로 보고하였는데, 본 연구결과 준비자세에서는 비슷한 결과를 보였고, 백스윙과 임팩트에서는 410 g에서는 70.78°의 각변위를, 440 g에서는 63.37°의 각변위를, 470 g에서는 66.51°의 각변위를 보여 약간의 차이가 있었다. 이는 임팩트시 손목관절의 굴곡과 신전을 시키는 차이에서 나타난 것으로 생각된다.

김창범(2005)은 중학생의 경우 임팩트시 좌측 팔꿈치각이 139.25°라고 보고하였으며, 김기형 등(2001)은 팔꿈치 관절은 백스윙에서 임팩트시 죽도가 회전하여 타격할 때까지 죽도의 유효한 타격을 위하여 왼쪽 상지관절의 중심축 역할을 한다고 하였으며, 준비에서 임팩트까지 팔꿈치 관절의 각변위를 29.99°로 비교적 완만한 각변위를 보고하여 본 연구결과와 비슷한 결과를 보였다.

머리치기 동작 수행에서 상지관절 중 어깨관절이 가장 큰 각변위를 보인다. Top of Backswing에서 죽도가 무거울수록 각도가 크게 나타났는데, 이러한 현상은 죽도가 무거울수록 어깨관절의 큰 회전을 통해 가동력을 더 크게 함으로써 효과적 인 백스윙이 이루어지고 더 큰 에너지를 축적하여 강하고 빠

른 머리치기동작을 수행하기 위한 동작으로 생각된다.

윤완영, 김성일, 및 안찬규(2001)는 검도 경기에서 우측 무릎각은 인체중심의 높이를 조절하는 기능과 공격하려는 상대와의 거리를 조절하는 역할을 수행한다고 하였다. 김기형 등(2001)은 임팩트시 슬관절 각도는 128.43°였으며, 준비에서 임팩트까지 각변위는 47.25°로 본 연구결과와 유사하였으며, 죽도무게에 따른 차이는 거의 없었다. Start에서 죽도가 무거울수록 각변위가 크게 나타났으며, Impact에서는 죽도가 가벼운 죽도에서 각변위가 크게 나타났다. 이러한 현상은 죽도무게에 따라 보폭이 변화하기 때문으로 생각된다.

Start 동작에서 죽도무게가 무거울수록 우측 고관절각도가 작게 나타났다. 이러한 현상은 신체의 균형을 잡기위해 보폭을 상대적으로 더 벌려 자세를 유지하기 때문으로 생각되며, 발을 앞으로 박치는 동작인 Top of Backswing에서는 죽도가 무거울수록 상대적으로 보폭을 크게 벌리게 되므로 각도가 작게 나타난 것으로 생각된다. 또한 Impact에서 가벼운 죽도일수록 무거운 죽도에 비해 보폭이 좁아져 각도가 커지는 경향을 나타내는 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 죽도 무게변화에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 변인들을 비교 분석하여 지도자와 선수 그리고 일반 수련자들에게 기초 자료로 제공하고자 실시하였다. 이를 위해 중학교 남자선수 6명을 대상으로 3차원 동작분석을 통하여 구간별 소요시간, 신체중심 변위, 오른발의 수직변위, 신체중심속도와 죽도 선혁의 속도, 각도변인(손목, 팔꿈치관절, 어깨관절, 무릎관절, 고관절) 등을 비교 분석하였다. 그 결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 구간별 소요시간은 죽도무게가 무거울수록 많이 소요되었다.

둘째, 신체중심 변위는 죽도무게가 무거울수록 좌·우 방향으로 크게 흔들리고, 우측발의 상하변위는 Backswing 구간과 Impact 구간에서 죽도가 무거울수록 크게 나타났으며, Impact 시점에서는 죽도무게가 가벼울수록 크게 나타났다.

셋째, 신체중심 속도는 Impact 시점에서 죽도가 무거울수록 빠르고, 죽도 선혁의 속도는 각 이벤트에서 440 g이 가장 빠른 것으로 나타났다.

넷째, 좌측 팔꿈치각도는 Top of Backswing과 Impact 시점에서 죽도가 무거울수록 작게 나타났으며, 좌측 어깨각도는 각 이벤트에서 죽도가 무거울수록 크게 나타났다. 즉, 죽도의 무게가 무거울수록 팔꿈치각도는 신전운동이 작았으며 어깨각도

는 신전운동이 커지는 것으로 나타났다. 우측 무릎각도는 Start 시점에서는 죽도가 무거울수록 크게 나타났고, Impact 시점에 서는 죽도가 가벼울수록 크게 나타났다.

참고문헌

- 김기형, 김형수, 이현섭, 안찬규, 윤완영, 김의환(2001). 검도의 머리치기 동작에 관한 운동학적 분석. **한국사회체육학회지**, 16, 199-209.
- 김병철(1998). **검도 머리치기 공격시 선손목치기 공격 동작 분석**. 미간행 석사학위논문. 울산대학교 교육대학원.
- 김승철(1984). 검도경기에 있어서 죽도의 Grip 위치에 따른 속도 분석. **한국체육학회지**, 23(2), 2139-2142.
- 김윤태, 박근호(2006). 검도선수들의 신장차이에 따른 득점부위와 기술분석 연구. **한국사회체육학회지**, 27, 429-438.
- 김재일(1994). **검도총서**. 도서출판 : 서민사.
- 김창범(2005). 학습수준에 따른 검도 머리치기 동작의 운동학적 비교분석. **한국스포츠리서치**, 16(2), 375-384.
- 민창기(2001). **검도 경기 시 공격 성공 요인에 대한 운동학적 변인 분석**. 미간행 박사학위논문. 세종대학교 대학원.
- 민창기, 배성제, 이기청(2001). 검도 경기에서 머리치기 공격의 성공요인 분석. **한국운동역학회지**, 11(1), 1-11.
- 민창기, 배성제, 손윤숙(1995). 검도 머리치기 동작의 운동학적 연구. **한국운동역학회지**, 5(1), 41-48.
- 박상덕(1990). **검도경기의 승패요인에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 공주대학교 대학원.
- 박종율(2005). 검도 머리치기 동작의 근전도 및 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 15(1), 63-74.
- 박현호(1984). **검도경기에 있어서 타격부위별 공격이 승패에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 조선대학교 대학원.
- 송주호, 박근호(2004). 검도 선수의 신장 차이와 득점 기술의 관계. **한국체육학회지**, 43(3), 845-850.
- 안찬규(2001). **검도의 정면머리치기 동작에 대한 3차원 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 고려대학교 대학원.
- 윤완영, 김성일, 안찬규(2001). 검도 초보자와 숙련자의 손목치기 동작의 좌측 상지관절에 대한 운동학적 분석. **한국사회체육학회지**, 16, 579-591.
- 이기웅(1981). **검도경기에 있어서 순위별 득점부위에 대한 분석 연구**. 미간행 석사학위논문. 경희대학교 대학원.
- 이병준(1996). **검도 경기의 득점기술 분석에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 대학원.
- 이종림(1995). **검도**. 서울: 한국문원.
- 이창준, 최기창(1998). 검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석. **체육과학연구소논문집**, 4, 163-184.
- 이철구(1988). **검도 경기에 있어서 득점부위별 공격빈도수에 관한 조사 분석**. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 대학원.
- 임규찬(2000). 검도 머리치기 공격과 손목치기 공격의 동작비교. **한국운동역학회지**, 9(2), 245-261.
- 최기창(1998). **검도학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 제주대학교 대학원.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates into object coordinate in close-range photogrammetry*. In Proceedings of the Symposium on Close-Range photogrammetry, 1-18. Falls Church, AV:American Society of Photogrammetry.
- Elliot, B., Marsh, T., & Overheu, P.(1987). The mechanics of LTopl and conventional tennis forehand; A coach's perspective. *Sports Coach*, 11, 4-9.
- Plagenhoef, S.(1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2), 169-178.
- Plagenhoef, S.(1971). *Patterns of human motion*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.