

# 검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석

이창준<sup>1)</sup> · 최기창<sup>2)</sup>

- 목 차 -	
Abstract	4. 인체 모델 및 신체 분절 자료
I. 서론	5. 자료 분석
1. 연구의 필요성	6. 자료 처리
2. 연구의 목적	III. 연구결과 및 논의
3. 용어의 정의	1. 머리치기의 변인
4. 연구의 제한점	2. 신체중심 변인
II. 연구 방법	3. 각운동 변인
1. 피험자	IV. 결론 및 제언
2. 실험장비	참고문헌
3. 실험과정	

## A Kinematic Analysis of Head Hitting in learning Kumdo

Lee, Chang-Joon · Choi, Gee-Chang

### ABSTRACT

A Study on the kinematic Analysis of Head Hitting Motion during KumDo Learning

The study was undertaken to analysis kinematic variables of Head Hitting Motion during KumDo Learning. For this aim, the subjects participated in the experiment consist of 3 high school athlete in Cheju Do.

The equipments for this study was composed of Cinematography (Panasonic Video Camera 2ea) and control point object to translate the coordination in space.

The digitizing point of body consisted of 22 points and used Body segment parameter with Kwon 3D Motion Analysis System.

The conclusions resulted from the analysis as following.

- 1) Total elapsed time from start to impact was 0.496 sec. reaction time was mean 0.110 sec. in Temporal variables
- 2) COG mean horizontal displacement showed -0.733cm in reaction phase, 16.988cm in top

1) 제주대학교 체육학과

2) 제주농업고등학교 교사

- phase, 0.496sec. in impact phase.
- 3) It showed a tendency lowering COG position and mean vertical displacement showed 0.211cm in reaction phase, -0.949cm in top phase, 16.988cm in impact phase.
  - 4) The highest Mean horizontal velocity showed 112.372 m/s in impact phase, and mean vertical velocity 2.323m/s in starting phase, -1.477m/s in top phase, 24.716 m/s in impact phase.
  - 5) In angular variables, It showed significant extension of upper arm and rapid flexion in impact phase in all subjects.
  - 6) It showed rapid increasing tendency in Gum segment in impact phase angular velocity in all subject and showed a little difference vertical & horizontal displacement and velocity in linear variables.
  - 7) It showed highest increasing pattern in Gum segment in velocity, rapid flexion in impact phase, extension in top phase during Gum swing motion.

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성

검도는 우리 민족 문화의 고유한 전통성을 지니고 있으며, 민족의 역사 속에서 그 뿌리를 찾을 수 있는 무도 중의 하나이다. 즉 검을 능숙하게 사용할 수 있는 경지를 검술이라 하고, 검술 수행과정에서 정신력을 주입시키고 그 결과 인격·인행이 고상하여서 몸과 마음이 완전한 인간으로 추구해 가는 수행을 검도라 정의할 수 있다(김재일, 1990).

과거에는 검도는 전투의 수단으로 성립되고 발전되었으나 현대에 와서는 무력의 수단으로써의 성격을 상실 하게 되어, 정신의 단련, 신체의 연마, 기술의 숙달을 목적으로 하고 있으나 그 중 정신의 단련과정을 중시하고 있다(이종림, 1995).

운동의 경기력은 선수의 신체적 특성과 그 기술에 크게 좌우하며, 체력, 기술, 정신력 및 지적 능력의 함수 관계를 가진다고 할 때 검도는 정신적 요인과 더불어 기술적인 요인이 대단히 중요하다(이궁세, 1983).

검도경기는 상대에게 정해진 격자부위를 유효하게 격자하여 승부를 가리는 경기방식이기 때문에 효과적인 공격 방법, 즉 빠르고 정확한 공격 방법이 중요하다(강철순, 1995).

공격 부위로는 정면머리, 좌·우측머리, 좌·우측손목, 좌·우측허리, 저름(목), 손목머리(이단 연속 동작) 등으로 구분할 수 있는데, 이 중에서 머리치기는 검도의 기본이 되는 중요한 동작으로 가장 효과적으로 상대를 제압할 수 있는 기술이다.

우리나라에서는 86아시안 게임과 88올림픽의 개최로 각종 운동종목을 과학적으로 분석하여 상당한 수준으로 경기력을 향상시켰다. 그러나 현재의 검도는 지도자 경험 위주의 교육이나 정신적 면에서의 중요성에만 치우쳤던 것에서 벗어나 경기 기술면에서 좀더 과학적인 분석으로 경기력을 향상시켜 나아가야 하고, 또한 안전하고 누구나 즐길 수 있는 생활체육으로 정착하기 위해서는 경험위주에서 탈피하여 체력과 정신력에 미치는 효과를 과학적으로 규명할 필요가 있다.

검도의 공격은 빠르고 정확한 공격이 중요하며, 공격에 있어서 호기(공격타이밍)는 그렇게

많이 나타나는 것이 아니므로, 이러한 기회가 주어지면 충실한 기백으로 죽도의 유효격자로 공격 부위를 정확하게 타격하는 것이 중요하며, 짧은 시간에 자기의 행동을 결정해야 되며, 자극에 대한 전신반응 시간과는 밀접한 관계를 가진다(이승기, 1990).

1955년부터 전국 체전 정식종목으로 채택된 검도는 국내는 물론 세계적으로도 질·양적면에서 꾸준히 성장하였다. 세계검도 선수권대회도 이미 11차례나 치러졌고 앞으로 아시안게임이나 올림픽에서 정식종목으로 채택될 가능성이 높다. 그러므로 검도는 이제 체력단련이나 인격 수양을 목적으로 하는 생활체육의 범위를 벗어나 과학적으로 경기기술을 향상시킬 수 있는 서적의 발행 및 연구가 필요하다.

따라서 지도자 경험 위주의 교육이나 정신적인 면에서만 중요시하던 방식에서 좀더 진일보하여 경기기술도 같이 향상시킬 수 있는 체격, 체력은 물론 죽도의 효율적인 사용, 신체 활동(지구력, 순발력, 반응속도, 민첩성) 등에 관해서도 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

## 2. 연구의 목적

검도에 있어서 공격동작은 올바른 자세와 정확한 기술 및 타이밍의 3요인이 필요하다. 이러한 세 가지 요인이 조화를 이루게 될 때 우수한 경기력이 나오며 어느 한 가지가 부족하더라도 좋은 경기를 기대하기는 어렵다.

검도경기의 타격부위가 머리, 손목, 허리, 찰름으로 한정되어 있다. 이 중에서 가장 기본이 되는 중요한 동작은 머리치기 이다. 본 연구의 목적은 머리치기 동작을 실시하는 동안 머리치기 출발(Start)에서 임팩트(Impact)까지의 반응시간 및 소요시간, 신체중심의 변인, 각운동의 변인을 분석하고, 이들간의 관련성을 분석하여 선수들의 경기력 향상은 물론, 생활체육 종목의 지도 과정에 효율적인 지도방법에 응용할 수 있는 기초자료를 제공하는 데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 세부 연구문제를 설정하였다.

- 1) 국면별(Start, Reaction, Top, Impact) 소요시간 및 누적시간을 분석한다.
- 2) 신체중심의 수평 및 수직변위와 속도를 분석한다.
- 3) 국면별 신전 및 굴곡운동을 분석한다.
- 4) 국면별 각속도를 분석한다.

## 3. 용어의 정의

본 연구에서 자주 거론되는 검도와 관련한 용어의 혼돈을 피하고 이해를 돕기 위하여 용어에 대한 정의를 하였다.

- 1) 검도(Kum Do) : 운동경기의 한 종목으로써 칼의 역학적 원리를 응용하여 겨루기를 행하며, 정해진 경기·심판규칙에 의해 승패를 가르는 격투기적 개인 경기로 그 역사는 유구한 투쟁의 역사속에서 인류가 터득한 순치된 경험들을 武德으로 승화시키려고 노력하는 善 指向的 의지이며 교예, 경기적 수단을 동반한 克己復禮의 한 道이다.
- 2) 죽도 : 검도 경기시 사용하는 대나무로 만든 검의 일종.
- 3) 임팩트(Impact) : 죽도로 상대를 가격하는 순간.
- 4) 유효격자 : 죽도의 유효 타격부위(선혀과 중혀사이).
- 5) 공격거리 : 피험자가 한 번의 공격시도로 유효타가 가능한 거리.
- 6) 머리치기 : 죽도를 잡은 올바른 중단의 자세(일족 일도의 거리)에서 신체의 정중앙을 따

라 상단으로 죽도를 후려 올리면서 왼발로 마루를 강하게 차서, 오른발을 크게 내딛어 상단의 죽도를 재빨리 후려내려, 오른발 구르기와 동시에 양손바닥을 조여 죽도의 격자부로 정확하게 상대의 정면머리를 가격하는 형태.

- 7) 중단세 : 왼손은 죽도의 끝을, 오른손은 코등이 밑을 잡고 왼손이 배꼽에서 주먹 하나 정도 앞 밑에 두고 죽도 끝은 상대의 목과 연장선이 되게 잡는 방법.
- 8) 상단세 : 중단 세에서 죽도를 휘둘러 올려 왼쪽 주먹을 상방에 두고 머리 위에서 겨누고 오른쪽 손 위로 죽도가 후방에 위치하게 하여 비스듬히 겨누는 상태.
- 9) 반응시간 : 풍선이 터진 때부터 검이 끝이 움직이기 시작한 때까지 소요 시간.
- 10) 운동학(Kinematic): 운동의 원인이 되는 힘을 제외하고 움직임의 시간과 장소의 개념으로 분석하는 것.

#### 4. 연구의 제한점

본 연구를 진행하는 가운데 제한점은 다음과 같다.

- 1) 본 연구에 참여한 피험자는 제주도내 고등학생 남자 3명으로 제한하였고, 동일한 조건을 주기 위하여 하나의 죽도만 사용하였다.
- 2) 인체 모형 설계시 죽도를 신체분절로 간주하였다.
- 3) 인체측정자료(BSP)는 선행연구(Youngho - Kwon, 1994)의 경과를 이용하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 피험자

본 연구의 대상은 제주 도내 J 고등학교에 재학중인 3년 이상의 검도 경력을 가진 선수 3명으로 하였으며 이들의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

<표 1> 피험자의 신체특성

피험자	연령(yr)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yr)	단
L, Y, S	18	173	57	4	2
L, D, H	18	184	67	3	1
Y, Y, J	18	182	62	3	1

### 2. 실험장비

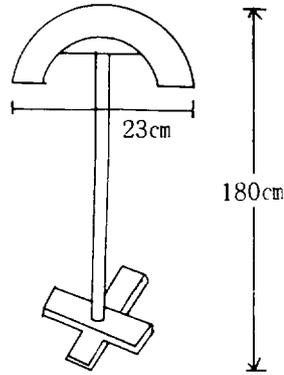
본 연구의 검도 머리치기 측정에 사용된 도구는 다음과 같다.

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준·최기창)

1) 打撃臺

타격대의 높이는 180cm로써 철재파이프 기둥을 사용하였고 타격부위는 자동차타이어를 23cm 넓이로 <그림 1>과 같이 제작·활용하였다.

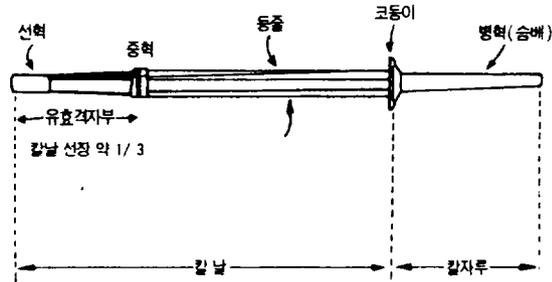
<그림 1> 타격대의 규격



※ 打撃臺높이 180cm는 피험자 3인의 평균신장을 기준함.

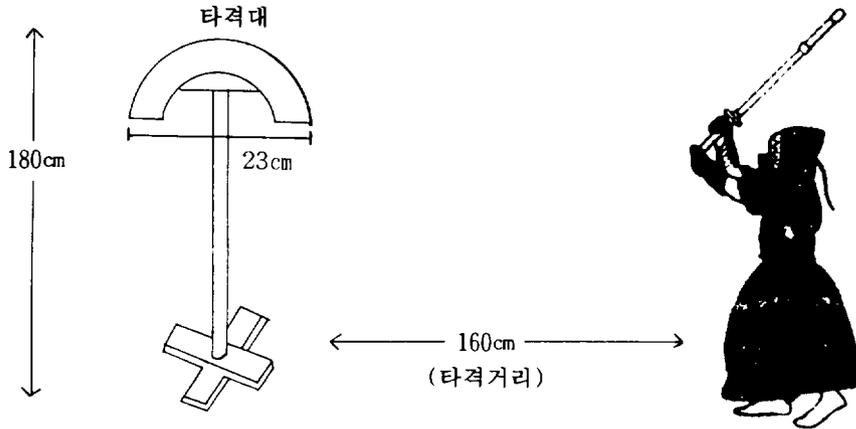
2) 竹刀

<그림 2> 죽도의 구조 및 명칭



- 3) Panasonic Video 2대(초당 60프레임) 및 촬영기구, 통제점 틀 및 기준점
- 4) 비디오 분석기(Sanyo, Sony사) 및 분석 프로그램 Kwon 3D 분석 패키지
- 5) 풍선 9개
- 6) 실험장은 <그림 3>과 같이 設置·活用하였다.

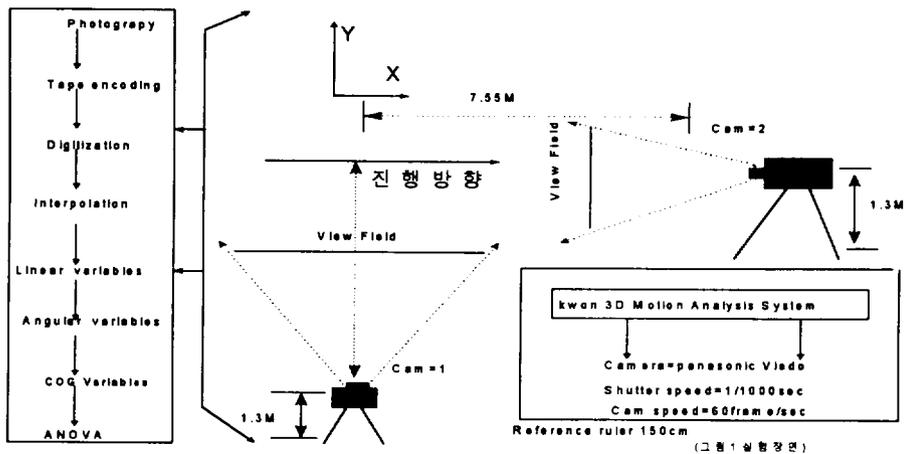
〈그림 3〉 타격거리와 타격대 배치도



3. 실험과정

실험과정은 실험에 임하기 전에 각 피험자마다 19개 신체부위에 Landmarker를 부착하여 디지털화시 오차를 줄이도록 하였다. 양쪽 카메라의 위치는 피험자가 진행되는 방향에 대해 시상면과 정면에서 각각 직각으로 설치한 후 카메라의 줌에 분석하려는 필드가 충분히 포착될 정도로 조정하였다. 이때 카메라의 스피드는 60프레임/분으로 하였고, 셔터스피드는 1/1000초가 되게 하였다. 카메라 세팅이 완료한 후 신호에 따라서 피험자는 각각 머리치기 동작을 3회씩 실시하였다. 이때 카메라의 줌은 피험자가 머리치기를 실시할 때 중단세에서 호기(풍선을 터트림)를 포착하여 머리치기를 실시하는 동작을 포착할 수 있도록 조정하였다. 이때 촬영이 된 실제 화면상에서의 크기와 실제 사물 크기의 배율을 조정하기 위해 피험자가 지나는 중간 위치에 통제점들(Object of Control Point)을 사용하였다. 특히 피험자가 진행되는 방향을 X축, 수직방향을 Y축으로 설정하여 3차원 좌표를 얻을 수 있게 하였다. 본 실험장면은 〈그림 4〉와 같다.

〈그림 4〉 실험장면



4. 인체모델 및 신체분절자료(BSP)

인체모델은 신체의 분절들이 19개 관절점에 의해 연결된 강체시스템(Rigid linked body system)으로 정의하고, 머리부분에서는 가상관절로서 코를 포함시켜 방향을 명확히 하는데 이용하였다. 모델의 관절점은 모두 19개이고 <표 2> 실제 분절은 14개로 이루어졌다. 신체분절 무게 중심위치에 대한 인체분절자료는(Youngho-Kwon, 1994)를 이용하였고, 이들 신체관절점의 기준점을 합하여 총 디지털라이징 포인트는 한 프레임에 24개로 하였다. 매 프레임마다 디지털라이징의 순서와 관절점은 <표 2> 및 인체측정자료는 <표 3>과 같다.

<표 2> 관절점과 디지털라이징 순서

순서	관절점	순서	관절점
J 1	Reference Point	J12	Right Ankle
J 2	Right Hand	J13	Right Knee
J 3	Right Wrist	J14	Right Hip
J 4	Right Elbow	J15	Left Toe
J 5	Right Shoulder	J16	Left Heel
J 6	Left Hand	J17	Left Ankle
J 7	Left Wrist	J18	Left Hip
J 8	Left Elbow	J19	Top of Head
J 9	Left Shoulder	J20	Chin & Neck
J10	Right Toe	J21	Nose
J11	Right Heel		

<표 3> 인체측정자료(body segment parameter)

segment	CM(%)	Mass(%)	11(kg · cm)	12(kg · cm)	13(kg · cm)
Upper body	0.00	63.71	0.00	0.00	0.00
Lower body	0.00	36.29	0.00	0.00	0.00
Whole body	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Trunk	58.46	45.56	10564.00	11372.36	2966.58
R.upperarm	47.76	2.79	140.78	140.78	19.64
R.forearm	43.14	1.77	70.68	70.68	8.65
R.hand	39.09	0.79	13.41	15.11	3.12
L.upperarm	47.76	2.79	140.78	140.78	19.64
L.forearm	43.14	1.77	70.68	70.68	8.65
L.hand	39.29	0.79	13.41	15.11	3.12

본 연구의 변인산출 과정에서 사용된 인체측정 자료는 (권영호, 1994)의 경과를 이용하였다. 질량중심의 위치는 분절에 대해 근위단으로 부터의 중심을 의미한다.

## 5. 자료 분석

### 1) 디지털라이징 및 처리

촬영된 비디오 필름을 비디오 분석기에서 먼저 Encoding을 한 다음 이틀Kwon3D 분석 시스템의 순서에 따라 Body modeling(BSP:Youngho-Kwon), Master file(data collection information, Event & Phase definition, Dataprocessing, user angle), Subject file(BSP estimation), Trial file를 각각 작성해 디지털라이징시 분석을 시작하려는 국면을 찾아 초기화(linitilization)시킨 다음, 매 프레임마다 관절점의 순서에 따라서 디지털라이징을 하였다. 디지털라이징된 좌표는 매 관절점마다 X,Y의 좌표로서 한 트라이얼의 디지털라이징이 완료되면 자동 파일로 저장되었다.

디지털라이징이 완료된 후 인위적 및 기계적 오차를 줄이기 위해 매 프레임마다의 보간(interpolation)을 시킨 다음 본 연구의 분석에 필요한 선변인(변위, 속도, 가속도)과 각변인(각 변위, 각속도)을 산출하였다.

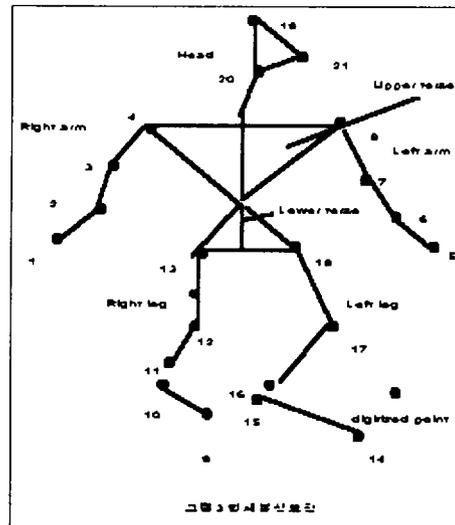
### 2) 국면별 소요시간 설정

국면별 소요시간은 첫째 반응시간은 풍선이 터질 때부터 검이 움직이기 시작할때까지를 반응 국면(Reaction), 둘째 반응시간부터 검이 최고 정점까지 올라갔을 때까지 소요시간을 정점(Top)국면, 셋째 최고 정점에서 임팩트 될 때까지 소요시간을 임팩트(Impact) 국면으로 각각 설정하여 산출하였다.

### 3) 인체 모델링

분석모델과 디지털라이징 순서 및 관절 점은 <그림 5>와 같다. 즉 14개 분절에 대한 21개 관절점과 기준점을 매 프레임마다 디지털라이징하였고, 디지털라이징 하는 도중 머리치기 동작의 각 분석 국면마다 프레임수를 산출함으로써 국면별 소요시간을 구하였고, 도중 잘못된 디지털라이징이 있으면 다시 Redigitizing를 하여 가능하면 오차를 감소시켰다.

<그림 5> 인체분석모형



### 4) 변인산출

디지털라이징 된 좌표를 가지고 인위적 및 기계적 오차의 범위를 줄이기 위해 사용된 저주파(cut-off frequency)는 6.0Hz에서 필터링(filtering)은 4차였다.

(1) 보간법(interpolation) : 디지털라이징된 각각의 좌표를 보간시키기 위한 시간 간격은 매

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준·최기창)

프레임당 0.01단위였고, 본 연구에서 사용된 방법은 Cubic spline방법이었다.  $t$ =시간,  $y$ =디지털이징된 좌표, 연속적인 각 시간-좌표 쌍간의 구간을  $(t_i, y_i)$ 에서  $(t_{i+1}, y_{i+1})$ 이라 할 때 함수  $f_i(d_i)$ 를 시간함수로 대치할 때

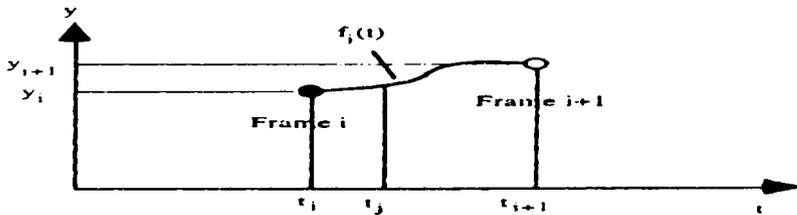
$$y(t) = f_i(d_i) \\ = C_{3i} \cdot d_i^3 + C_{2i} \cdot d_i^2 + C_{1i} \cdot d_i + y$$

여기서  $t_i \leq t < t_{i+1}$

$$d_i = t - t_i$$

$C_3, C_2$  &  $C_1$  = 스플라인 계수

<그림 6>  $(t_i, y_i)$ 와  $(t_{i+1}, y_{i+1})$ 을 연결하는 스플라인 함수



함수  $y(t)$ 는 스플라인 함수의 계열을 구성하고, 모든 시간-좌표점에서 연속적이다. 시간  $t_j$ 에서 보간된 좌표  $y_j$ 는 다음  $y(t)$  함수로부터 구할 수 있다.

$$Y_j = y(t_j) = C_{3i} \cdot (t_j - t_i)^3 + C_{2i} \cdot (t_j - t_i)^2 + C_{1i} \cdot (t_j - t_i) + y \text{가 된다.}$$

(2) 속도, 가속도, 신체중심의 위치, 속도, 가속도 산출

신체 분절점 위치좌표  $P_i$ 에 대한 속도 ( $V_i$ )는

$$V_i = (P_{i+1} - P_i) / \Delta t$$

가속도  $A_i$ 는

$$A_i = (P_{i+1} - 2P_i + P_{i-1}) / (\Delta t)^2$$

분절  $i$ 의 중심점 좌표  $c_{gi}$ 는

$$c_{gi} = (P_i(1 - (p_i/100))) + (D_i \cdot p_i/100)$$

$$= P_i + (D_i - p_i)p_i/100$$

여기서  $p_i$  = 근위단 분절의 좌표

$D_i$  = 원위단 분절의 좌표

분절무게중심 속도와 가속도는 분절점의 속도, 가속도 산출방법과 동일하다.

(3) 신체중심 위치, 속도, 가속도 산출

전신 무게중심의 위치 CG는

$$14$$

$$CG = \Sigma (c_{gi} \cdot m_i) / M$$

$$i=1$$

$cgi$ 는  $i$ 번째 분절의 무게중심 위치좌표  
 $m_i$ 는 전체질량의 백분율로 표시된  $i$ 번째 분절 질량  
 $M$ 은 백분율로 표시된 분절질량을 합한 전체질량  
 전신무게 중심의 속도와 가속도는 분절점의 속도와 가속도 산출방법과 동일하게 산출하였다.

#### (4) 각운동의 변인 산출

머리치기 동작시 족도와 발의 높이에 따라서 발, 하퇴, 대퇴의 각변위의 변화를 산출하기 위하여 이용한 좌표는 관성좌표(global coordinate)를 이용하였고, 2관절점에 대한 벡터각(vector angle)을 산출하였다.

산출한 분절 벡터각을 1차 미분한 결과 각속도 및 2차 미분한 결과 각속도를 각각 산출하였다.

즉, 각속도는  $\omega_B = \omega_{B/A} + \omega_A$  와 같다.

$\omega_{B/A}$  : 분절 A에 대한 분절B의 상대 각속도의 크기

$\omega_A$  : 분절A의 관성 각속도의 크기

### 6. 자료처리

산출된 분석변인에 대한 기초통계량(평균 및 편차)과 국면별 소요시간을 분석하고 반응시간에 대한 산출방법은 통계패키지인 SAS를 이용하여 산출하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

본 연구는 3명의 남자 고등학교 검도 선수들을 대상으로 3차원 영상 분석을 통해 검도 큰머리치기 동작의 운동학적(Kinematic) 분석 자료를 산출하여 규명하는 데 있으며 그 결과는 다음과 같다.

### 1. 머리치기의 변인

#### 1) 국면별 소요 및 누적시간

검도 머리치기 Start에서 Impact까지 각 국면에 대해 분석을 용이하도록 하기 위해 머리치기 출발에서 반응까지를 반응(Reaction)국면, 반응에서 정점까지를 정점(Top)국면, 정점에서 임팩트(Impact)까지를 임팩트(Impact)국면으로 구분하여, 분석을 한 결과는 <표 4>와 같다.

반응 국면에서는 최소 0.066초부터 최대 0.140초로 나타났고, 정점 국면에서는 최소 0.169초에서 최대 0.252초가 소요되었고, 임팩트 국면의 소요시간은 최소 0.131초에서 최대 0.186초로 나타났으며, 머리치기 출발에서 임팩트까지 측정하는데 소요된 시간의 합계는 LDH가 0.469초로 가장 빠르게 나타났다.

전체적인 소요 시간의 특징은 머리치기 국면의 소요시간 누적 합계평균  $0.496 \pm 0.023$ 초이고,

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준·최기창)

한 국면의 누적 소요시간의 차가 최대 0.044초의 차이를 보이고 있는데, 이렇게 차이가 적은 것은 숙련의 정도가 비슷한 관계라고 생각된다.

또한 각 국면별로도 최대 0.045초의 표준편차를 보였다.

<표 4> 머리치기의 각 국면별 누적소요시간(Sec, frame)

phase Subj	Start	Reaction	Top	Impact	Total
LYS	0.066	0.252	0.186		0.505
LDH	0.125	0.169	0.175		0.469
YYJ	0.14	0.242	0.131		0.513
Mean ±SD	0.110 ±0.038	0.221 ±0.045	0.164 ±0.028		0.496 ±0.023

## 2. 신체 중심 변인

### 1) 수평 및 수직 변위

머리치기 국면 동안 신체중심의 수평 및 수직 변위를, 각 국면별 및 누적 변위를 분석한 결과는 <표5>와 같으며, 동작에 따른 전체 인체 모형의 변화는 <그림 7>과 같고 전체적인 수평 및 수직 변화 양상을 나타낸 경우는 <그림 8>과 같다.

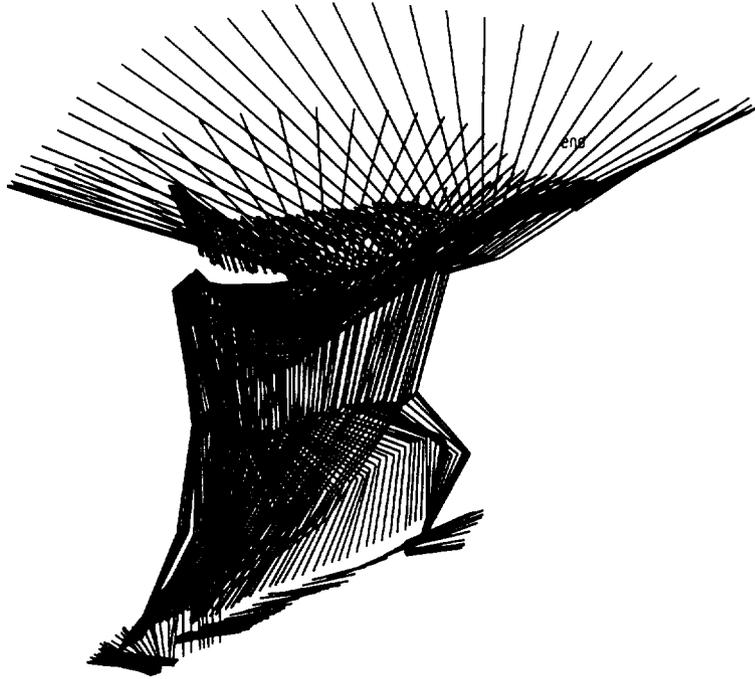
즉 전체 인체 모형을 나타낸 스틱피겨는 피험자 LYS(그림 7), LDH(그림 8), YYJ(그림 9)의 순으로 각각 나타났다.

한 국면동안 신체중심의 수평변위는 반응 국면의 경우 피험자 전체평균이  $-0.733 \pm 1.530\text{cm}$ , 정점 국면의 경우 전체평균이  $6.694 \pm 1.819\text{cm}$ , 임팩트 국면의 경우 전체평균의  $16.988 \pm 5.102\text{cm}$ 이다.

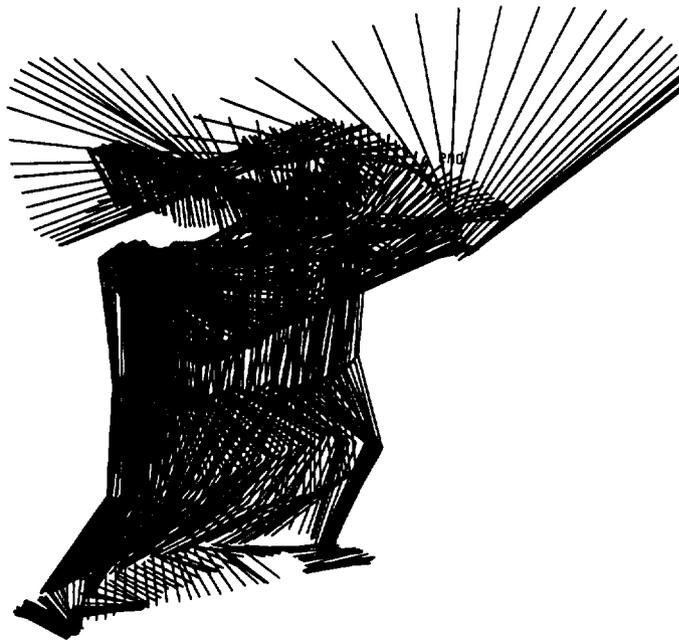
각 국면별 신체중심의 수평변위를 종합하면 임팩트 국면의 경우 LYS가 21.4cm, YYJ가 11.4cm로 10cm의 변위 차를 보이는데 이는 YYJ가 임팩트 국면에서 왼발 밀어치기 동작이 충분히 이루어지지 않은 결과로 생각된다.

또한 LDH의 반응 국면인 경우  $-2.5\text{cm}$ 의 변위를 보이는데, 이는 비교적 큰 신장에서 오는 뒷발에 신체중심이 기울 현상으로 생각된다.

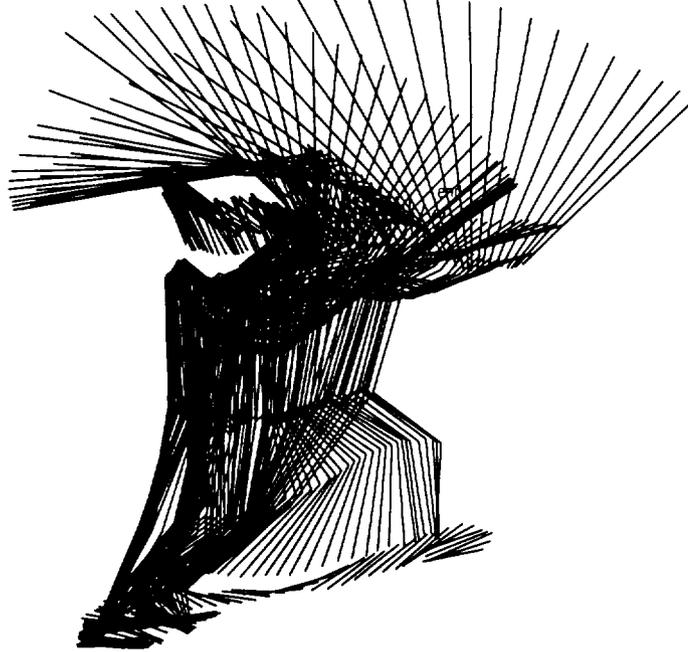
<그림 7> 머리치기 동작시 인체모형의 변화과정(LYS)



<그림 8> 머리치기 동작시 인체모형의 변화과정(LDH)



〈그림 9〉 머리치기 동작시 인체모형의 변화과정(YYJ)



한편 수직 변위의 경우는 각 국면에 따라 비교적 규칙적인 양상을 보이는데 반응 국면에서  $0.211 \pm 0.083$ cm, 정점 국면에서는  $-0.949 \pm 1.711$ cm 임팩트 국면에서는  $5.102 \pm 1.028$ cm로 임팩트 국면에서 신체중심의 수직변위는 더큰 것으로 나타났다.

또한 정점 국면에서는 피험자 3명모두 반응 국면보다 낮게 나타났다. 이것은 임팩트를 하기 위한 준비단계에서 힘을 집중시키고 자세를 낮춘 공격 준비 과정으로 생각된다.

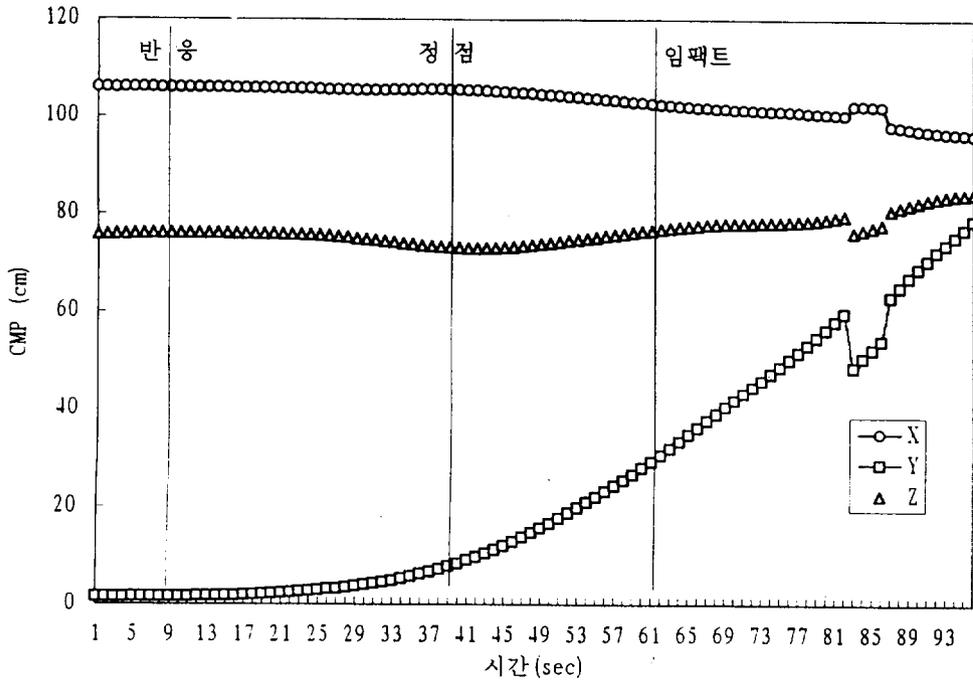
이러한 신체중심의 수평 변위와 수직 변위의 특성을 결과로 살펴보면

수평변위는 임팩트 이후 크게 증가하는 양상을 보이고 수직변위도 다소 증가하는 양상을 보였다. 이는 정면으로 크게 뛰어 날아 공격한 가속도의 결과라고 생각되어진다. 또한 비교적 원거리 이동공격이 필요한 수평 변위에서는 다소 큰 편차( $\pm 5.102$ )를 보이나 수직변위는 편차가 적었다.

〈표 5〉 머리치기 동작시 신체중심의 평균 수평 및 수직 변위(unit : cm)

Subj	Phase	Start	Reaction	Top	Impact
LYS	Y	0.1	6.233	21.4	
	Z	0.3	-2.9	3.533	
LDH	Y	-2.5	8.7	18.166	
	Z	0.133	0.300	1.533	
YYJ	Y	0.2	5.15	11.4	
	Z	0.2	-0.25	2.95	
Mean ±SD	Y	$-0.7333 \pm 1.530$	$6.694 \pm 1.819$	$16.988 \pm 5.102$	
	Z	$0.211 \pm 0.083$	$-0.949 \pm 1.711$	$5.102 \pm 1.028$	

〈그림 10〉 머리치기 동작시 신체중심의 평균 수평 및 수직 변위(unit : cm)



2) 신체중심의 속도

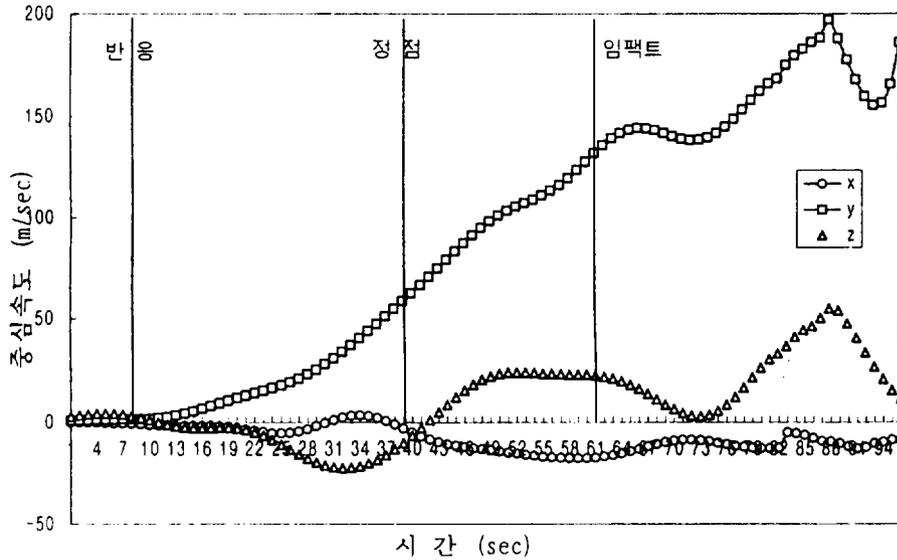
머리치기의 동작시 신체중심의 수평 및 수직속도의 변화를 분석한 결과는 <표 6>과 같으며 전체적인 수평 및 수직속도의 변화양상을 나타낸 경우는 <그림 11>과 같다.

전체적인 변화 양상에서 보면 수평속도의 경우는 반응 국면과 정점 국면에서 약간의 증가를 보이다가 임팩트 국면을 지날 때까지는 급속한 증가 현상을 보였다가 머리치기 국면이 끝날 시점에는 거의 최대치에 이르고 있다. 이러한 현상은 머리치기 공격이 끝나고 2차 공격 또는 몸 받음을 하기 위한 예비동작이라고 생각된다.

한편 신체 중심의 수직 속도의 경우는 거의 일정한 패턴을 보이지만 각 국면을 지나면서 약간의 변화를 보이다가, 머리치기 국면이 끝날 시점에는 약간 상승하는 현상을 보였는데, 이는 임팩트를 위해 낮췄던 신체중심이 임팩트이후 정상적으로 되돌아온 결과로 생각된다.

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준 · 최기창)

<그림 11> 머리치기 동작시 신체중심의 수평 및 수직속도 (m/sec)



이러한 결과를 각 국면에 따라서 정리한 <표 6>에서 각 국면 별로 분석하면, 수평속도 변위의 경우:

피험자의 신체중심의 평균속도는 출발에서는  $1.783 \pm 1.052 \text{m/sec}$ , 반응에서는  $6.844 \pm 5.333 \text{m/sec}$ , 정점에서는  $54.933 \pm 6.618 \text{m/sec}$ , 임팩트에서는  $112.372 \pm 21.242 \text{m/sec}$ 로 나타났으며, 최대의 힘을 발휘하여 빠르게 공격하는 임팩트 국면에서 평균  $112.372 \pm 21.242 \text{m/sec}$ 로 가장 높은 값을 나타내었고, 피험자마다 각 국면별로 출발에서 임팩트 쪽으로 진행할수록 점차 빠른 속도로 수평속도의 크기가 증가하는 양상을 보였다.

수직속도의 경우 LDH의 경우는  $-0.033 \text{m/sec}$ 로 이것은 Start 전에 무릎이 굽혀져서 수직속도가 낮게 나타난 것으로 생각되며, 피험자 모두 임팩트 국면에서 수직변위는 가장 높은 값을 나타냈으며, LYS는 정점에서  $-9.766 \text{m/sec}$ 로 나타났는데 이는 임팩트를 강력하게 하기 위해서 죽도와 상체를 뒤로 강하게 젖힌 결과 나타난 현상이라고 생각된다.

또한 YYJ의 경우는 출발에서는 속도가 높게 나타났는데 반응 국면과 정점 국면으로 갈수록 그 속도가 낮아 졌다가 임팩트 국면에서는 타 피험자보다도 더 높게 나타났는데 이것은 신체의 특성상 자세를 크게 낮췄다가 임팩트 국면에서 상체를 일으키는 현상의 결과라고 생각된다.

각 국면별 피험자의 평균속도는 출발에서  $2.322 \pm 2.126 \text{m/sec}$ , 반응에서  $2.644 \pm 0.423 \text{m/sec}$ , 정점에서  $-1.477 \pm 7.209 \text{m/sec}$  그리고 임팩트에서는  $24.716 \pm 9.157 \text{m/sec}$ 로 수직속도는 가장 높은 것으로 나타났다.

이상 신체중심의 수평 및 수직 속도에서 국면별 특징을 들면, 우선 수평 속도에서, 각 국면별

수평속도는 출발에서 임팩트 방향으로 진행될수록 점차 속도가 증가하였는데, 특히 정점 국면과 임팩트 국면에서는 크게 증가하는 양상을 보였다.

수직속도의 경우를 종합하면 정점 국면에서는 피험자 평균 변위가  $-1.477 \pm 7.209 \text{m/sec}$ 로 나타났는데 이 양상은 임팩트를 강하게 하기 위해 중심을 낮추는 결과로 생각되며 역시 임팩트 국면에서  $24.716 \pm 9.157 \text{m/sec}$ 로 평균 수직속도의 크기가 크게 증가한 양상을 보였다.

<표 6> 머리치기 동작시 신체중심의 평균 수평 및 수직 속도 (m/s)

Subj	Phase	Start	Reaction	Top	Impact
	LYS	x	0.166	-0.633	-2.966
y		0.866	1.533	58.433	131.733
z		2.9	3.133	-9.766	22.266
LDH	x	-1.3	-2.933	-17.233	-19.266
	y	2.933	12.2	59.066	115.733
	z	-0.033	2.4	3.333	17.033
YYJ	x	0.55	2.1	-8.5	-10.15
	y	1.55	6.8	47.3	89.65
	z	4.1	2.4	2	34.85
Mean ± SD	x	$-0.194 \pm 0.976$	$-0.488 \pm 2.519$	$-9.566 \pm 7.192$	$-15.45 \pm 4.735$
	y	$1.783 \pm 1.052$	$6.844 \pm 5.333$	$54.933 \pm 6.618$	$112.372 \pm 21.242$
	z	$2.322 \pm 2.126$	$2.644 \pm 0.423$	$-1.477 \pm 7.209$	$24.716 \pm 9.157$

### 3. 각운동 변인

각운동 변인의 분석은 국면에 따라 각 신체분절의 벡터 각도를 이용하여 몸통, 상완, 전완, 손의 각변위를 각 국면에 따라서 분석하였다.

#### 1) 분절별 국면에 따른 신전 및 굴곡 운동

머리치기 국면동안 각 국면별 각변위 양상을 분석한 결과는 <표 7> 및 이의 전체적인 변화 및 차이를 나타낸 것이 <그림 12>이다.

표에서 각변위는 국면별로 평균하여 나타내었다.

<표 7>에서 각 국면별로 보면, 반응 국면이나 임팩트 국면에서는 전체적으로 많은 굴곡현상을 보이거나 정점 국면에서는 피험자 모두가 신전 양상을 보였다. 이러한 현상은 강력하고 빠른 임팩트를 하기 위한 준비과정에서 죽도를 정점으로 휘두른 현상 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 피험자모두 임팩트에서 Trunk와 R.hand의 굴곡현상이 나타나는데, 이는 상체와 손의 힘을 이용하여 빠르고 강하게 임팩트하려는 현상에서 나타난 결과라고 생각되며, 이는 전방으로 팔을 뻗을 때 생기는 반작용과, 자세가 앞으로 기울어지는 것을 막기 위해서 상체를 뒤로 당기는

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준 · 최기창)

현상(강철순, 1995)이라고 한 선행연구의 결과와도 일치한다.

또 피험자 모두 Trunk가 반응 국면에서 약간의 굴곡이 나타나는데 이는 빠른 반응을 하여 임팩트를 하려는 긴장 때문으로 생각되며 R.forearm이 굴곡을 보이지 않는 것은 일정한 자세를 항상 유지해야 하는 검도의 특성 때문이라고 생각된다.

<그림 12>의 결과, 피험자 모두 Trunk와 R.hand는 출발에서 정점까지는 다소 완만한 변화를 보이다가 임팩트에서는 급속한 굴곡 현상을 보였으며, 피험자 LYS와 LDH는 R. upperarm과 R. forearm이 정점을 지나 임팩트까지도 많은 신전 현상을 보였으나, 피험자 YYJ는 R. upperarm과 R. forearm이 정점을 지날 때까지 별다른 신전현상을 아니 보이다가 임팩트를 지나면서 강한 신전을 보이는데, 이 양상은 정점까지 상체보다는 하체를 많이 움직여서 임팩트한 결과 임팩트를 지나서도 계속 신전 현상이 나타나는 것으로 생각된다.

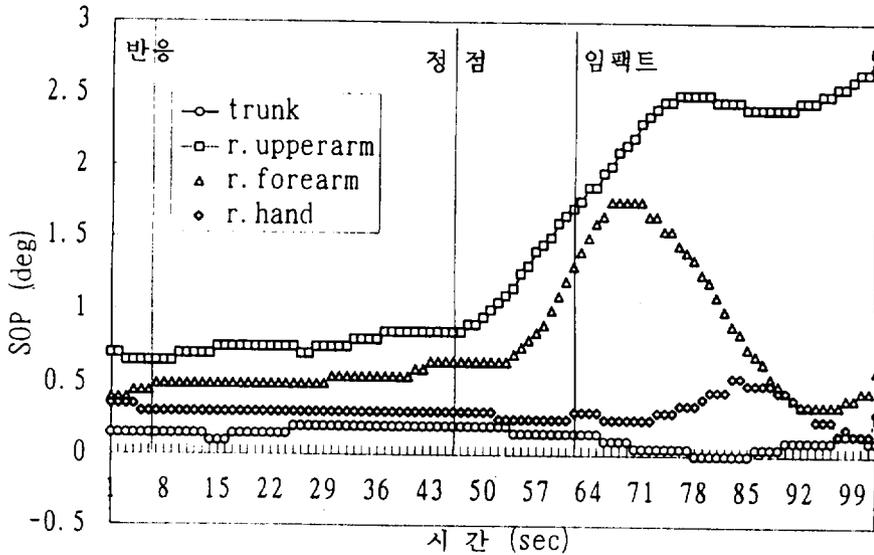
이러한 결과를 정리하면, 머리치기 국면 동안 정점 국면에서는 피험자 모두가 신전 양상을 보여 강하고 빠른 임팩트를 준비하기 때문으로 생각된다. 반응 국면에서는 신전 및 굴곡현상이 뚜렷하지 않다. 이것은 동작의 시작(Start)되는 과정의 미미한 변화로 생각되며 임팩트 국면에서 R. upperarm과 R. forearm은 빠르게 임팩트를 하기 위해 신전하는 현상이고, Trunk와 R. hand의 굴곡 현상은 상체와 손을 빨리 앞으로 뻗는 반작용의 결과로 생각된다.

따라서 머리치기에서는 피험자 모두 모든 국면에 걸쳐 R. upperarm이 가장 뚜렷한 신전운동을 하는 것으로 나타났으며 특히 임팩트에서 큰 신전을 보여 R. upperarm이 중요한 임팩트의 한 요소로 생각된다.

<표 7> 머리치기 동작시 각 국면별 신전 및 굴곡운동(Unit : deg)

Subj		phase	Start	Reaction	Top	Impact
LYS	Trunk		-0.066	0.133	-0.166	
	R.upperarm		-0.033	0.533	0.933	
	R.forearm		0	0.466	0.266	
	R.hand		0.033	0.1	-0.2	
LDH	Trunk		0	0	-0.1	
	R.upperarm		0	0.5	1.166	
	R.forearm		0	0.433	0.766	
	R.hand		0	0.066	0.033	
YYJ	Trunk		0	0.05	-0.05	
	R.upperarm		-0.05	0.2	0.8	
	R.forearm		0.05	0.2	0.55	
	R.hand		-0.05	0	-0.05	
Mean ±SD	Trunk		-0.022±0.038	0.061±0.067	-0.010±0.058	
	R.upperarm		-0.027±0.025	0.411±0.183	0.966±0.185	
	R.forearm		0.016±0.025	0.366±0.145	0.611±0.298	
	R.hand		-0.005±0.041	0.055±0.050	-0.072±0.118	

〈그림 12〉 머리치기 동작시 국면별 신전 및 굴곡 운동(unit : deg)



2) 머리치기에 따른 국면별 각속도 변화

각 국면별 오른 팔 분절의 각속도 변화는 <표 8> 및 <그림 13>과 같다. 표에서 나타난 각각의 각속도는 국면의 변화 시점에 따른 각속도를 나타낸 결과이다.

국면 변화에 따른 전체적인 각속도의 변화 양상은 피험자 LYS는 반응 국면에서 R, elbow와 R, wrist에서 감속현상을 보였는데, 이는 하체를 움직이지 않은 상태에서 지나치게 빨리 반응한 것으로 생각되며, 임팩트 국면에서 R, shoulder 이 감속하는 것은 팔을 뺄 때 생기는 반작용의 결과이고 Gum은 아주 큰 값을 보였다.

피험자 LDH의 경우는 반응 국면에서는 별다른 변화를 보이지 않았으며, 정점 국면에서는 Gum이 감속현상을 보였고, 임팩트 국면에서는 R, elbow와 R, wrist이 감소를 보였으며 Gum은 아주큰 값을 나타내었다.

피험자 YYJ의 경우 정점 국면에서 임팩트 국면으로 전환되는 과정에서 R, elbow를 제외한 모든 분절에서 값이 상승하는 경향을 보였으나 R, elbow 값이 감속한 것은 머리치기는 신체중심과 왼팔의 힘을 크게 이용해야 하는데 YYJ는 오른 팔을 많이 사용한 결과라고 생각된다.

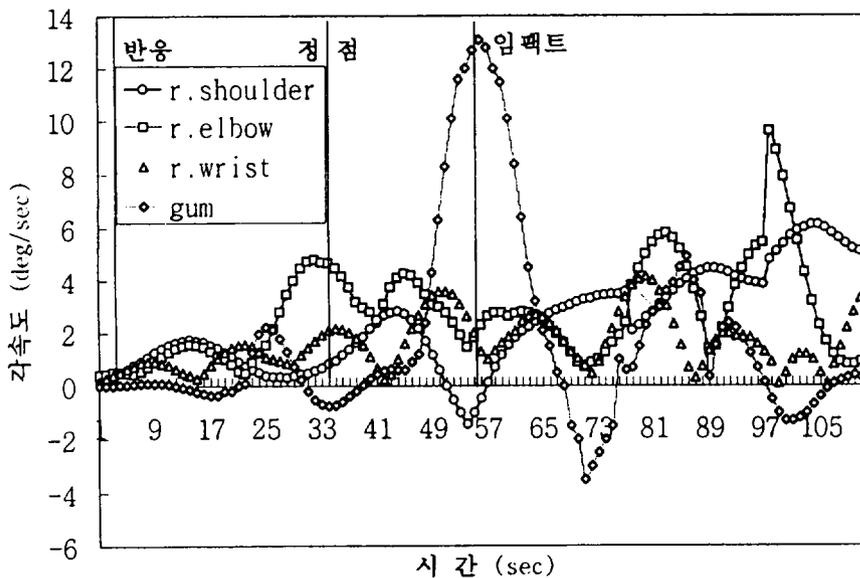
전체적으로 임팩트 국면에서 피험자 LYS, LDH의 R, wrist의 감속은 임팩트시 왼손을 이용한 타격의 결과라고 생각되며 정점 국면에서 Gum 값이 낮게 증가하거나 감소하는 현상은 죽도가 중단세에서 정점으로 이동하여 일시 정지하거나 미미하게 움직인 결과로 생각되며 임팩트 국면에서 Gum이 가장 빠른 증가 현상을 보이는 것은 임팩트가 검도 경기에서 점수를 획득하거나 검도 경기가 추구하는 하나의 목적이기 때문이라고 생각한다.

검도 학습에서 머리치기 동작의 운동학적 분석(이창준 · 최기창)

〈표 8〉 머리치기 동작시 국면별 각속도(deg/sec)

Subj	Phase	Start	Reaction	Top	Impact
LYS	r.shoulder	0.033	6.9	-2.9	
	r.elbow	-2.15	0.516	3.45	
	r.wrist	-0.3	1.933	-0.333	
	Gum	0.1	-6.5	21.7	
LDH	r.shoulder	0.3	0.366	0.6	
	r.elbow	0.1	4.166	-2.833	
	r.wrist	0.033	1.6	-0.1	
	Gum	0.03	-0.736	13.466	
YYJ	r.shoulder	0.3	0.05	10	
	r.elbow	0.55	0.55	4.7	
	r.wrist	0.425	0.3	7.675	
	Gum	0	0.5	13.5	

〈그림 13〉 머리치기 동작시 국면별 각속도(deg/sec)



## IV. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 검도 머리치기 동작시 인체관절 및 분절의 운동학적(Kinematic) 요인 분석과 측도에 대한 인체분절의 기여도 패턴을 알아 보는 데 있다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 J고등학교 검도선수 3명을 대상으로 각각의 머리치기 동작을 고속카메라로 촬영하여 영상분석적 방법을 이용하여 분석하였다. 국면별 소요시간, 신체중심의 수평 및 수직 변위와 속도, 국면별 신전 및 굴곡운동, 국면별 각속도를 분석하여 얻은 결과를 기초로 다음과 같은 결론에 도달하였다.

- 1) 머리치기 국면의 반응시간은 피험자 평균 0.110초로 나타났고 총 소요시간은 출발에서 임팩트까지 0.496초로 나타났다.
- 2) 신체중심의 수평 변위는 피험자 평균 반응 국면이  $-0.733\text{cm}$ , 정점 국면이  $6.694\text{cm}$ , 임팩트 국면인 경우  $16.988\text{cm}$ 로 나타나 임팩트시 가장 큰 변위 값을 보였다.
- 3) 신체중심의 수직 변위는 피험자 평균 반응 국면에서는  $0.211\text{cm}$ 이고, 정점 국면에서는 반응 국면보다 작은  $-0.949\text{cm}$ 를 보여 임팩트를 위해 중심이 낮아졌음을 보였고, 임팩트에서는  $5.102\text{cm}$ 로 비교적 높게 나타나 낮아졌던 중심이 다시 높게 나타나는 경향을 보였다.
- 4) 신체중심의 피험자 평균 수평 속도는  $112.372\text{m/sec}$ 로 나타났고, 임팩트시 가장 빠르게 나타났다.
- 5) 수직속도는 출발(Start)  $2.323\text{m/sec}$  반응(Reaction)  $2.644\text{m/sec}$ 로 차이가 없었으며 정점(Top)에서는  $-1.477\text{m/sec}$ 로 낮게 나타났으며 임팩트시에는  $24.716\text{m/sec}$ 로 임팩트시가 가장 높은 속도를 보였다.
- 6) 각운동 변인을 국면별로 살펴보면 피험자모두 정점 국면에서는 신전현상을 보였으며 임팩트 국면에서는 급속한 굴곡현상을 보였고 상완분절이 가장 뚜렷한 신전운동을 하는 것으로 나타났다.
- 7) 국면별 각속도에서는 피험자들 모두 임팩트 국면에서 Gum 분절이 가장 빠른 증가 현상을 보였다.

이상과 같은 결과를 토대로 국면별, 변인별 수직·수평 변위 및 속도는 임팩트에서 비교적 높게 나타났고, 그외는 변인별로 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

또한 각운동 변인에서는 정점 국면에서 신전현상을 보였고 임팩트 국면에서는 급속한 굴곡현상을 보였으며 속도도 Gum 분절이 가장 빠른 증가 현상을 보였다.

### 2. 제언

본 연구를 수행한 결과 추후 연구를 위해 다음과 같은 제언을 제시하고자 한다.

- 1) 검도 머리치기 동작의 구체적인 모델 제시를 위해서는 각 분절을 더욱 세분화하여 연구할 필요가 있으며, 숙련자와 비숙련자의 동작을 비교·분석하여 모델링(Modeling)을 제시할 필요가 있다.
- 2) 기술지도의 객관적 방법을 제시하기 위해서 기본기술에 대한 동작 분석을 할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 강철순(1995), 실전검도, 오성 출판사.  
김재일(1990), 검도 총서, 서민사.  
이종립(1995), 검도, 한국문원.  
이승기(1990), 중·고 검도 선수들의 체격, 체력 특성에 관한 고찰. 동아대학교 교육대학원 석사학  
위논문.  
이금세(1983), 우수 선수의 체력 평가 기준설정에 관한 연구, 스포츠 과학연구보고서.  
Know, young-Hoo. (1994), Kwon3D Motion Analysis Package, Vol. 2.1. V.TEK corp.