



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 293-309
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 293-309

복싱 국가대표선수 라이트 스트레이트 펀치 동작의 Kinematic 특성분석-사례연구

김의환* · 김진표** · 이진욱*** (용인대학교)

ABSTRACT

The Case Study of A Kinematic Analysis of the Right-Straight Punch in Korean National Representative Boxers

Kim, Eui-hwan* · Kim, Jin-pyo** · Lee, Jin-wook***
(Yong-In University)

E. H. Kim, J. P. Kim, J. W. Lee. The Case Study of A Kinematic Analysis of the Right-Straight Punch in Korea National Representative Boxers. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3, pp. 293-309, 2003. The purpose of this study was to analyze the kinematic variables of the right-straight punch(RSP) in boxing with three-dimensional analysis technical methods. The subjects are boxers who have been playing in national boxing representative team and the RSP is their special favorite technique, The right-straight punches were filmed on 16mm video cameras(30frames/sec.) The kinematic variables were temporal, postural and center of gravity (COG). The mean and the standard deviation of variables have been obtained and used as basic

2003년 10월 27일(월) 접수

* 교수, 449-714, 경기도 용인시 삼가동 470 용인대학교 유도학과

** 교수, 449-714, 경기도 용인시 삼가동 470 용인대학교 격기지도학과

*** Corresponding author, 449-714, 경기도 용인시 삼가동 470 용인대학교 교육대학원

연락처 : esh1953@hanmail.net Tel : 011-9975-1953

factors for examining characteristics of the RSP by out-boxers. From the data analysis and discussion, the following conclusions have been drawn.

1) Temporal variables

It is a significant characteristic that LDJ and KDM s' the amount of elapsed time(ET) needed for both an attack and a defense were similar : ET for stretch-out of attack-arm was 0.52 ± 0.04 sec. and return was 0.54 ± 0.01 sec. Therefore, a defense motion is as important as an attack motion.

2) Posture variables

When the subjects performed a RSP, the significant characteristic of the ankle angle was that it wasn't completely returned to the original position after stretching-out. Therefore it is necessary to do supplementary exercises, such as side steps, to move the center of gravity more effectively. The knee angle was not fully stretched either. In regard to the hip angle, it should be rotated with all strength to harmonize with the direction of movement.

3) Center of Gravity(COG) variables

When both LDJ and KDM performed a RSP, a significant characteristic was the transformation of sagittal view rather than transverse or frontal views.

KEY WORDS : BOXING, RIGHT STRAIGHT PUNCH(RSP), KINEMATIC

I. 서 론

복싱은 유사(有史)이전의 시대부터 스포츠와 비슷한 형태 또는 자기를 보호하기 위해서 행해져 오고 있으며(Adrian & Cooper, 1995), 과거 수백 년 동안 끊임없는 변화와 개선을 거치는 동안 사회의 인정을 받거나 냉혹한 거부를 당하면서 오늘에 이르렀다. 그것은 진일보 적인 성장과 발전의 과정이었고 이제는 세계적으로 공인된 스포츠종목이 되었다(송순천, 1993).

복싱 기술에는 여러 가지 형태의 기술들이 있지만, 라이트 스트레이트 펀치(Right Straight Punch : RSP) 동작이 복싱 경기력에 어떠한 영향을 미치는 가를 살펴보면, 박형춘(1984)은 LA올림픽 파견 국

가대표 최종 선발전에 참가한 선수들을 대상으로 스트레이트 펀치 히트율 분석 연구에서 라이트 플라이(light fly)급 선수의 경우 60.5%의 높은 히트율을 나타냈으며, 장성호(1987)는 제66, 67회 전국체육대회에 출전한 선수의 공격 기술별 빈도수와 성공률 등을 분석한 결과, 경량급에 있어서 RSP 동작의 경우 총공격회수 16.33회에 성공률은 평균 42%(총 6.88회)를 나타냈다. 또한, 장한곤(1987)은 제4회 세계월드컵 복싱 대회에 출전한 선수 가운데 라이트 헤비(light heavy)급 선수의 RSP 동작의 빈도 분석 결과, 총 가격회수 48회 중 성공회수 24회로 50%의 성공률을 나타냈으며, 김종옥(1990)은 1986년 서울아시안 게임, 1988년 서울컵 국제 복싱 선수권대회, 1988년 서울올림픽 평가전 등에 참가한 플라이(fly)급 선수의 스트레이트 펀치의 공격 기술의 경우 총 가격회수 73회 중 성공률 29회로 39.7%의 적중률을 나타냈다. 따라서, 이와 같이 RSP동작은 복싱 경기력에 있어서 영향력이 큰 기술이라 하겠다.

복싱 기술사용에 관한 선행연구로는 레프트 잭의 중요성에 관한 연구(손영찬, 1975)와 기술 빈도 분석에 관한 연구(박양순, 1976 ; 박형춘, 1984 ; 장한곤, 1987 ; 장성호, 1987 ; 김종옥, 1990 ; 신귀환, 1991), 복싱 선수의 전신 반응 속도에 관한 연구(오인석, 1983)와 Step반응 속도에 관한 연구(조석인, 1984) 그리고 하종호(1994)는 스트레이트 기술을 2차원적으로 분석하여 궤적과 각속도 등을 몸통과 얼굴부위로 나누어 비교분석하였으며, Donovan(1984)은 잭, 크로스, 훅의 동작 기술 발휘 시 서로 다른 무게의 글러브를 착용한 후 글러브 무게에 따른 속도변화를 2차원적으로 분석하였다. 이와 같이 대부분 빈도 분석이거나 2차원 영상분석에 주안점을 두고 있기 때문에 운동학적 변인들의 상호 관련성을 규명하기에는 미흡한 실정이다.

지금까지 복싱을 지도하고 배움에 있어서 정량화 되고 객관적인 자료에 근거하기보다는 구전되어 왔거나, 신체를 통해 학습된 지식으로 수행되어진 경향이어서 복싱을 지도하고 배움에 있어서 객관적인 기초 자료가 요구되는 바이다. 특히, 동작분석을 통한 Kinematic적 변인들을 분석하여 동작의 기술형태를 파악하고 초보자뿐만 아니라, 선수나 지도자에게 동작의 정확성을 효율적이고 합리적으로 습득하고 지도할 수 있도록 과학적인 기초 자료가 필요하다.

따라서, 본 연구는 복싱 국가대표선수들을 대상으로 한 사례연구로서 RSP동작에 대하여 3차원 영상분석법을 이용하여 시간, 자세, 중심 등의 Kinematic적 변인들의 특성을 분석하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

아웃복싱(out boxing)을 주로 구사하는 국가대표 복싱선수 2명을 대상으로 하였으며, 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

성명	나이 (year)	소속	신장 (cm)	몸무게 (kg)	경력 (year)	스타일 (style)	경기력
L. D. J.	22	Y.대학교 4학년	168	58	9	아웃복싱	2002 국가대표 1차선발전 1위
K. D. M.	21	Y.대학교 3학년	166	61	8	아웃복싱	2003 미얀마 컵 국제복싱대회1위

2. 실험도구

영상분석과 자료산출을 위해 Panasonic사의 S-VHS AG-195MP 비디오카메라 2대, 통제점 틀, 컴퓨터와 비디오 분석 프로그램(Kwon3d 2.1) 등이 사용되었다.

3. 실험절차

구체적인 실험 배치도는 <그림 1>과 같다.

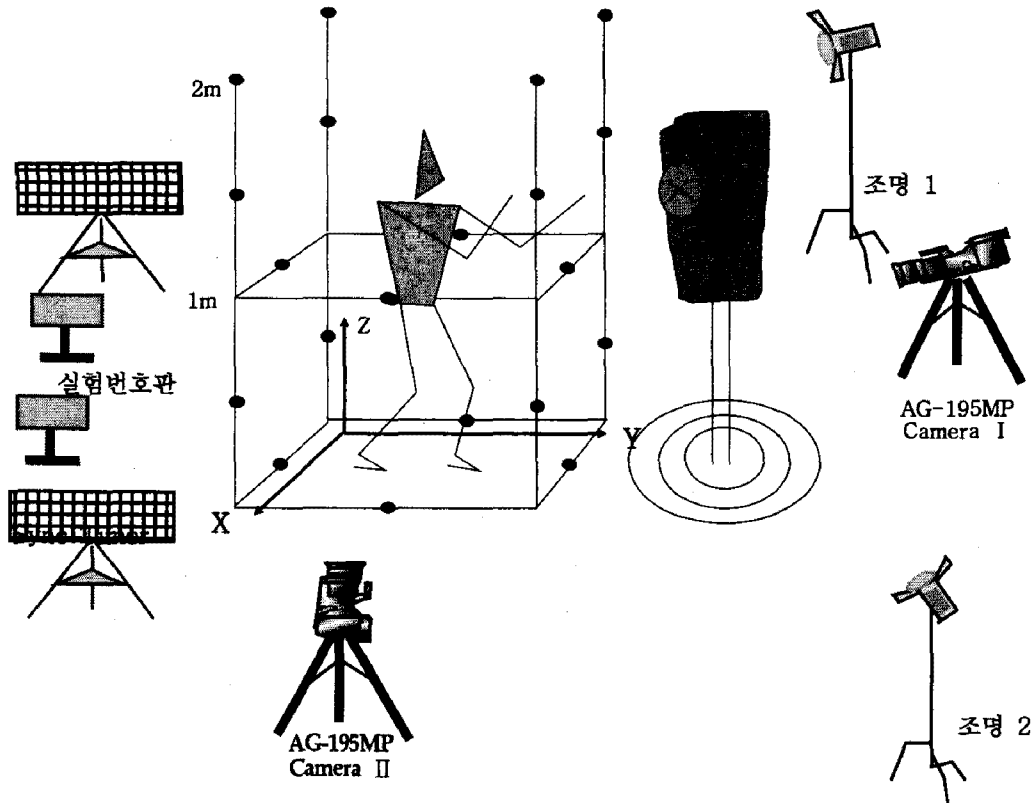


그림 1. 실험 배치도

본 연구의 목적을 피험자에게 충분히 설명하였고 자의적으로 실험에 임해줄 것을 주지시켰으며, 피험자의 각 관절중심에 가까운 피부에 마크를 표시하였다. 또한, 부상방지와 최적의 동작을 위해서 실험에 들어가기 전에 충분한 준비운동과 연습을 실시하였다.

카메라 렌즈의 높이는 각각 1.08m로 하였고, RSP동작을 최적의 상태로 촬영하기 위하여 두 대의 카메라 사이각을 130°로 하였으며, 피험자와 카메라와의 거리는 7m로 하였고, 스텝(steps)과 함께 동작이 수행되어야 하나 실험장소의 바닥이 마루바닥인 관계로 카메라의 떨림을 방지하기 위하여 서 있다가 바로 동작 수행을 할 수 있도록 연습용 펀칭백(punching bag)과 피험자와의 거리는 피험자의 신장을 고려하여 근접한 왼발(기절골 원위부)까지의 경우는 60cm, 보다 멀리 위치한 오른 발(기절골 원위부)의 경우는 93cm로 하였다. 연구의 설계에 따라 2대의 비디오카메라를 설치한 후 3차원 공간 좌표를 설정하기 위하여 RSP동작이 모두 관찰될 수 있도록 12개의 통제점을 1m간격으로 표시하여 통제점 틀(1m x 1m x 2m)을 설치하고 30초 동안 촬영한 후 제거하였으며, RSP동작의 전·후 방향을 Y축, 좌우 방향을 X축 그리고 상·하 방향을 Z축으로 설정하였다. 촬영준비가 모두 완성된 후 2대의 비디오카메라 동작을 동일시하기 위하여 카메라를 스위치 “on” 시켜 계속 촬영하였으며, 이때 카메라의 속도는 30frames/sec으로 하여 사용하였으며, 2대의 카메라가 동조되는 위치에서 “시작” 이라는 구령과 동시에 연습용 펀칭 백(punching bag)에 RSP동작을 수행하도록 하였다.

4. 연구 내용

본 연구에서의 주요 이벤트(event) 및 국면(phase)은 <그림 2>와 같다.

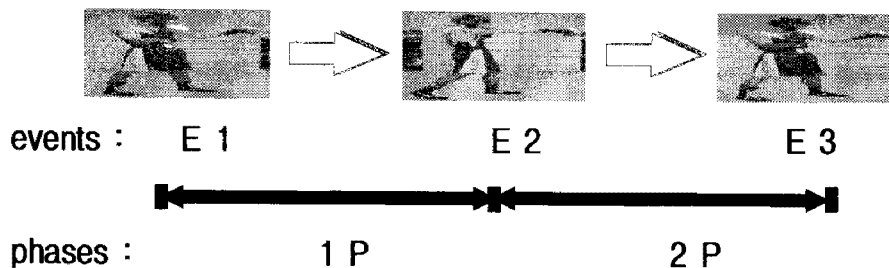


그림 2. 라이트 스트레이트 펀치(RSP) 동작의 주요 이벤트 및 국면

4.1 이벤트

복싱 RSP동작은 준비자세에서 가격 후 원위치로 되돌아오기까지 총 3개의 이벤트를 정의하였다.

- ① event 1(E1) : 가드(guard)를 올린 상태 즉, 왼손은 견제를 위해 약간 앞으로 팔을 뻗은 자세이고 오른손은 자신의 턱과 옆구리를 보호하기 위해 신체 가까이에 밀착된 상태.
- ② event 2(E2) : 연습용 펀칭 백(punching bag)을 가격한 상태.

- ③ event 3(E3) : 신속하게 자신의 턱과 옆구리를 방어하기 위해 되돌아 온 상태, 오른손 팔꿈치 관절의 각도가 최대로 굴곡된 상태.

4.2 국면

RSP동작을 <그림 2>와 같이 가격국면(1P), 원위치국면(2P)으로 구분하였는데, 1P는 E1 ~ E2의 구간 동작을 말하며, 2P는 E2 ~ E3의 구간동작으로 정의하였다.

4.3 분석내용

4.3.1 시간변인

본 연구에서 구하고자 하는 시간변인은 각 국면별 소요시간 및 기술발휘 총소요시간을 분석하였는데, 시간변인은 다음의 <공식 1>에 의거 계산하였다.

$$t(i \sim f) = (F_f - F_i) \times \frac{1}{\text{framerate}} \dots\dots\dots < \text{공식 1} >$$

- 단, t(i ~ f) = 소요시간
- F_f = 구간의 종료 이벤트의 프레임 번호
- F_i = 구간의 시작 이벤트 프레임 번호

4.3.2 자세(각도)변인

인접하는 두 분절이 이루는 각도는 벡터의 내적(dot product)을 이용하여 구하였다. 즉, 두 벡터 U(X_i, Y_i, Z_i)와 V(X_j, Y_j, Z_j)가 이루는 각 θ는 다음 <공식 2>에 의거 계산하였으며, 자세한 내용은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \theta &= \arccos \left(\frac{U \cdot V}{|U| \cdot |V|} \right) \\ &= \arccos \left(\frac{X_i X_j + Y_i Y_j + Z_i Z_j}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2} \cdot \sqrt{X_j^2 + Y_j^2 + Z_j^2}} \right) \dots\dots\dots < \text{공식 2} > \end{aligned}$$

- ① 발목각(ankle angle) : 오른발의 발끝(무지)에서 발뒤꿈치(종골)를 잇는 선과 무릎관절 중심에서 부터 발목관절 중심을 잇는 선과 직교하는 사이각도.
- ② 무릎각(knee angle) : 오른쪽 엉덩관절의 중심과 무릎관절의 중심 그리고 발목관절의 중심이 이루는 사이각도.
- ③ 엉덩각(hip angle) : 오른쪽 어깨관절의 중심과 엉덩관절의 중심 그리고 무릎관절의 중심이 이루는 사이각도.

- ④ 어깨각(shoulder angle) : 오른쪽 팔꿈치관절의 중심과 어깨관절의 중심 그리고 엉덩관절의 중심이 이루는 사이각도.
- ⑤ 팔꿈치각(elbow angle) : 오른쪽 어깨관절의 중심과 팔꿈치관절의 중심 그리고 손목관절의 중심이 이루는 사이각도.

4.3.3 중심변인

피험자의 분절 i의 무게중심의 좌표 c_i 는 다음의 <공식 3>에 의거하여 계산하였다.

$$c_i = (1 - p_i)P_i + p_iD_i \dots\dots\dots < \text{공식 3} >$$

단, p_i = 분절 길이에 대한 근위단으로부터의 무게중심 거리 비

P_i, D_i = 분절 근위단 및 원위단의 좌표

또한, 피험자의 전신 무게중심의 위치 C는 다음의 <공식 4>에 의거하여 계산하였다.

$$C = \frac{\sum_i (c_i m_i)}{M} \dots\dots\dots < \text{공식 4} >$$

단, m_i = 분절의 질량

M = 전신 질량

5. 자료처리

5.1 인체관절의 좌표화

촬영에 앞서 피험자의 RSP동작을 정확하게 관찰하며, 관절의 움직임을 바르게 분석하기 위하여 인체를 총 14개의 강체 분절로 간주하고 21개의 관절 점을 통하여 연결된 계(linked rigid body system)로 정의하였으며, 각 분절의 무게중심과 전신의 무게중심의 위치를 구하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Plagenhoef, Evans and Abdelnour(1983)의 자료를 이용하였다.

5.2 통제점 좌표화

통제점틀(1m×1m×2m)은 실험 상황에서 기술이 수행되어지는 위치에 설치하였으며, 이때 설정된 좌표계는 좌우 방향을 X축, 전후 방향을 Y축, 상하 방향을 Z축으로 정의하였고, 통제점 틀의 12개의 점을 각각 5번씩 디지털화(digitizing)하여 평균값의 오차를 최소화한 값으로 좌표화 하였다.

5.3 3차원 실공간 좌표의 계산

초당 30frames로 촬영된 복싱 RSP동작의 실 공간 좌표를 얻기 위하여 5회 이상의 RSP동작을 실시한 후 연구자와 복싱 연맹 공인 지도자(Y.대학교 복싱부 감독)에 의하여 연구 목적에 적합한 3회를

선정하여 디지털라이징(digitizing)하였다. 디지털라이징은 준비자세인 E1에서 원위치자세인 E3까지 각 frames마다 21개로 하였으며, 디지털라이징하여 얻은 2차원 좌표로부터 인체 관절점의 3차원 좌표를 계산하기 위하여 DLT(Abdel-aziz, & Kararah, 1971)방법을 사용하였다.

5.4 오차 제거

3차원 좌표에 포함되는 디지털라이징 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해서 Butterworth의 2nd order 저역통과 필터(low-pass filter)를 사용하여 스무딩(smoothing)하였으며, 이때 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하였다.

5.5 자료처리

동작분석에는 KWON3D Motion Analysis Package 2.1(Kwon, 1994)프로그램을 사용하여 5회 이상의 실험회수 중 연구의 목적에 적합한 동작 3회를 연구자와 복싱 연맹 공인 지도자(Y.대학교 복싱부 감독)에 의해서 선택하였으며, 각 변인들의 평균값과 표준편차를 구하여 개인별 특성으로 처리하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 시간변인

복싱 국가대표선수 라이트 스트레이트 펀치(Right Straight Punch : RSP) 동작시 국면별 소요시간은 <표 2>와 같다.

표 2. 국면별 소요시간

(unit : sec.)

subjects \ phases	P 1	P 2	total
LDJ	0.52±0.04	0.56±0.01	1.08±0.05
KDM	0.51±0.08	0.51±0.04	1.02±0.05
M±SD	0.52±0.01	0.54±0.05	1.06±0.02

국면별 소요시간을 개인별로 살펴보면, <표 2>에 나타난 바와 같이 LDJ의 제1국면에서의 평균 소요시간은 0.52초, 제2국면에서는 0.56초, 총 소요 시간의 평균은 1.08초이었다. KDM의 제1국면에서의

평균 소요시간은 0.51초, 제2국면에서는 0.51초, 총 소요 시간의 평균은 1.02초이었다. LDJ와 KDM의 전체적인 평균 소요시간은 제1국면에서는 0.52초, 제2국면에서는 0.54초이었는데, 이와 같은 결과는 목표(target)물을 가격하는 것뿐만 아니라, 방어하기 위하여 원위치의 자세로 되돌아오는 것 또한 재빨라야 한다는 것임을 나타내 주는 것이다.

RSP동작의 국면별 소요시간을 비교해 보면 <그림 4>와 같다.

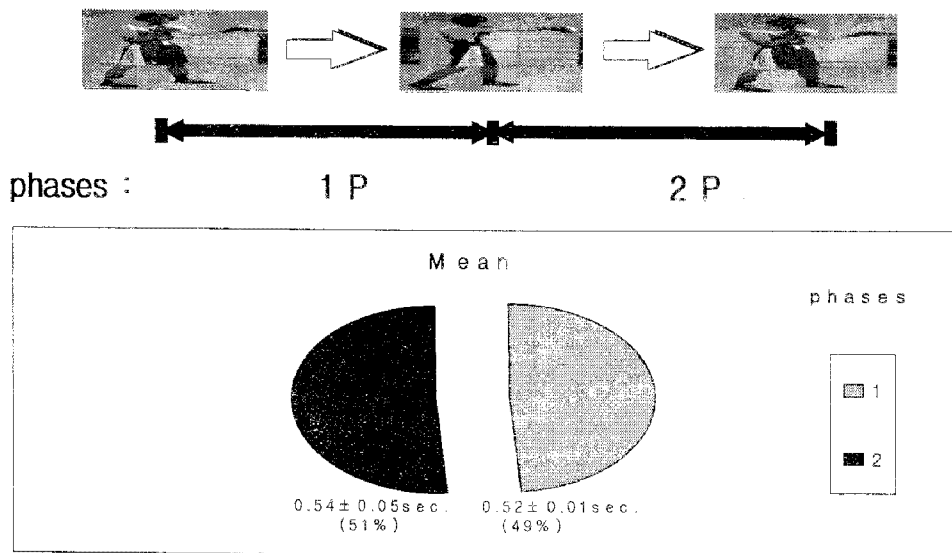


그림 4. 국면별 평균 소요시간

<그림 4>에 나타난 바와 같이 총소요시간 1.06초 중 국면별 소요시간은 1국면 49%, 2국면 51%이었다. 이와 같은 결과는 복싱 RSP동작의 특성인 것으로서 가격도 중요하지만 재빠르게 가격 한 후 자신을 방어하기 위하여 원위치의 자세로 되돌아오는 것 또한 중요한 동작인 것임을 말해주는 것이다.

2. 자세변인

복싱 국가대표선수 RSP 동작 시 자세변인을 개인별로 살펴보면 다음과 같다.

2.1 LDJ의 자세변인

RSP 동작시 LDJ의 자세변인 이벤트별 각도는 <표 3>과 같다.

LDJ의 자세변인은 <표 3>에 나타난 바와 같이 발목각에 있어서 준비자세인 E 1에서 96.1°, 임팩트 자세인 E 2에서 101.9°로 발목이 저축 굴곡(plantarflexion)되었다가, 원위치자세인 E 3에서 100.7°로 신전(extension)되는 양상을 나타냈다. 최초 오른발에서 목표(target)물 가격 시 왼발로 이동된 신체중심이 원위치자세인 E 3으로 되돌아 올 때 신체의 중심이동이 완전히 이루어지지 않은 것에 기인한

것으로 사료된다.

표 3. LDJ의 자세변인

(unit : degree)

angles \ events	E 1	E 2	E 3
ankle angle	96.1±1.64	101.9±1.08	100.7±2.94
knee angle	171.6±1.53	167.8±1.27	170.1±2.32
hip angle	161.3±2.44	160±1.06	165.4±1.55
shoulder angle	33.1±3.21	80.7±2.58	24.6±2.15
elbow angle	60.5±3.92	137.8±7.37	55.6±0.94

무릎각의 변화는 준비자세인 E 1에서 171.6°, 임팩트 자세인 E 2에서 167.8°, 원위치자세인 E 3에서 170.1°를 나타내었는데, 임팩트 자세인 E 2에서 굴곡된 자세를 나타내 보인 동작은 RSP동작에 있어서 보다 효율적이지 못한 각도라 볼 수 있다. 물론, 운동학적 분석의 연구만으로 확실하게 규명해 내기에는 어느 정도 한계가 있음을 인정하지만, 뉴턴(Newton)의 제3운동 법칙을 만족하기 위해서는 지면에 작용한 힘의 크기만큼 반작용력은 생성되는 것이다. 따라서, 반작용에 의해 생성된 힘이 무릎각의 굴곡으로 인하여 상체로의 완전한 힘의 전달이 되지 못하였다는 것을 나타내어 주는 것으로서 보다 효율적인 RSP 동작이 되기 위해서는 가격동작인 E 2에서의 무릎각을 보다 더 신전 시켜야 할 것이다. 뿐만 아니라, 이를 과학적으로 규명하기 위해서는 신체분절의 기여도연구나 지면반력을 이용한 연구 등 후속연구가 많이 이루어져야 할 것이다.

엉덩각의 변화는 준비자세인 E 1에서 161.3°, 임팩트 자세인 E 2에서 160°, 원위치자세인 E 3에서 165.4°로서 임팩트 자세인 E 2에서 신전시키지 못하고 굴곡된 동작을 나타낸 것은 선행하는 하지분절에서 전달되어지는 힘의 방향이 엉덩관절에서 운동의 진행방향과 다소 일치하지 못하고 지면을 향하고 있다는 것을 나타낸 것으로서 보다 효율적인 RSP 동작이 되기 위해서는 E 2에서의 엉덩각이 보다 더 신전 되어야 하겠다. 또한, E 3에서의 엉덩각의 신전이 크게 나타난 것은 가격 후 원위치자세로 되돌아 올 때, 왼발의 중심이 오른발로 완전히 이동되지 못하고 단지 상체만 뒤로 젖힌 결과라 사료된다.

어깨각의 변화는 준비자세인 E 1에서 33.1°, 임팩트 자세인 E 2에서 80.7°, 원위치자세인 E 3에서 24.6°를 나타냈다. 임팩트 자세인 E 2에서 완전한 신전동작이 아닌 것은 임팩트 시 팔꿈치 관절이 완전히 신전 되지 않은 것에 기인한 것으로서 이는 관절의 최대 힘 발현 시에 있어서 관절이 완전히 펴진 상태에서는 최대의 힘을 발현할 수 없다는 것을 만족하는 것이어서, 이러한 동작의 수행은 올바른 형태이었음을 알 수 있다.

비록 올바른 동작수행이라 할지라도 운동학적 분석의 연구만으로는 어느 정도 한계가 있으므로

이를 명확히 규명하기 위해서는 근전도(E. M. G.)에 의한 연구나 신체분절의 기여도에 관한 연구 등 후속연구가 이루어져야 하겠다.

팔꿈치각의 변화는 준비자세인 E 1에서 60.5°, 임팩트 자세인 E 2에서 137.8°, 원위치자세인 E 3에서 55.6°를 나타냈다. 임팩트 자세인 E 2에서 신전 동작은 관절의 최대 힘 발현 시에 있어서 관절이 완전히 펴진 상태에서는 최대의 힘을 발현할 수 없으므로 137°정도의 자세는 올바른 동작의 수행이 있음을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 원위치 자세인 E 3에서 55.6°를 나타낸 것은 가격 후에 재빨리 방어자세로 전환하기 위한 것으로서 연습을 통한 신체의 학습 결과라 할 수 있다.

2.2 KDM의 자세변인

RSP 동작시 KDM의 자세변인 이벤트별 각도는 <표 4>와 같다.

표 4. KDM의 자세변인

(unit : degree)

angles \ events	E 1	E 2	E 3
ankle angle	101.3±2.77	104.3±2.51	104.1±0.35
knee angle	175.2±0.95	161.9±1.89	168±2.98
hip angle	167.4±1.68	167.8±1.68	172.8±2.06
shoulder angle	35.3±4.63	81.5±1.7	39.9±0.75
elbow angle	58.9±2.82	132.8±2.3	58.3±0.11

KDM의 자세변인은 <표 4>에 나타난 바와 같이 발목각에 있어서 준비자세인 E 1에서 101.3°, 임팩트 자세인 E 2에서 104.3°로 발목이 저축 굴곡(plantarflexion)되었다가, 원위치자세인 E 3에서 104.1°로 신전(extension)되는 양상을 나타냈다. LDJ의 결과와 같이 최초 오른발에서 목표(target)물 가격 시 왼발로 이동된 신체중심이 원위치자세인 E 3으로 되돌아 올 때 신체의 중심이동이 완전히 이루어지지 않은 것에 기인한 것으로 사료된다.

무릎각의 변화는 준비자세인 E 1에서 175.2°, 임팩트 자세인 E 2에서 161.9°, 원위치자세인 E 3에서 168°를 나타냈다. LDJ의 결과와 같이 임팩트 자세인 E 2에서 161.9°를 나타낸 것은 RSP 동작에 있어서 보다 효율적이지 못한 각도라 사료된다.

엉덩각의 변화는 준비자세인 E 1에서 167.4°, 임팩트 자세인 E 2에서 167.8°, 원위치자세인 E 3에서 172.8°를 나타냈다. 준비자세인 E 1과 임팩트 자세인 E 2의 동작구간에서 0.4°의 차이를 나타낸 것은 LDJ의 결과와는 다소 상반되는 결과로서 하지분절에서 전달되어지는 힘의 방향이 엉덩관절에서 운동의 진행방향을 향하고 있다는 것을 나타낸 것이라 사료된다.

어깨각의 변화는 준비자세인 E 1에서 35.3°, 임팩트 자세인 E 2에서 81.5°, 원위치자세인 E 3에서

39.9°를 나타냈다.

팔꿈치각의 변화는 준비자세인 E 1에서 58.9°, 임팩트 자세인 E 2에서 132.8°, 원위치자세인 E 3에서 58.3°를 나타냈다. 임팩트 자세인 E 2에서 132.8°를 나타낸 것은 LDJ의 결과와 같이 관절의 최대 힘 발현 시에 있어서 관절이 완전히 펴진 상태에서는 최대의 힘을 발현할 수 없다는 것을 만족하는 것이다.

3. 중심변인

3.1 LDJ의 중심변인

RSP 동작시 LDJ의 좌우, 전·후, 상·하 방향의 신체중심 변위는 <표 5>와 같다.

표 5. LDJ의 중심변인

(unit : cm)

displacements \ events	E 1	E 2	E 3
frontal view	49.7±0.54	55.6±0.41	54.4±0.53
sagittal view	28.9±1.10	42.9±1.58	35.4±1.88
transverse view	93.9±0.43	94.3±0.36	94±0.36

LDJ의 중심변인은 <표 5>와 같이 좌우 방향 신체중심 이동변위의 준비자세인 E 1에서 49.7cm, 임팩트 자세인 E 2에서는 55.6cm, 원위치 자세인 E 3에서는 54.4cm, 전·후 방향에서는 준비자세인 E 1에서 28.9cm, 임팩트 자세인 E 2에서는 42.9cm, 원위치 자세인 E 3에서는 35.4cm였으며, 상·하 방향에서는 준비자세인 E 1에서 93.9cm, 임팩트 자세인 E 2에서 94.3cm, 원위치 자세인 E 3에서 94cm를 나타냈다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 좌우, 상·하 방향의 신체중심 이동변화의 폭보다 전·후 방향에서의 신체중심 이동변화의 폭이 크게 나타난 것은 RSP 동작의 운동진행 방향과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 사료된다.

또한, LDJ의 RSP 동작시 신체중심 이동변인을 상·하, 좌우, 전·후 방향으로 이동된 것을 이벤트별로 비교해보면, <그림 5>와 같다.

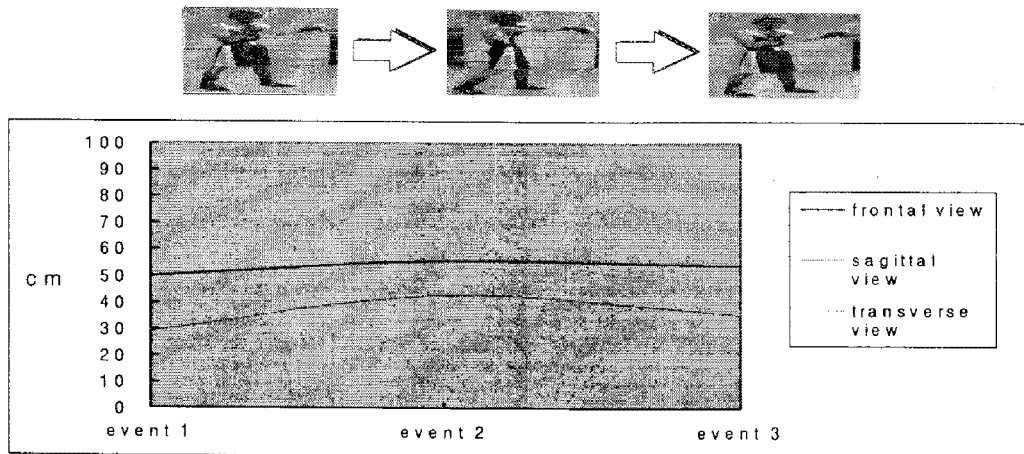


그림 5. LDJ의 중심변인

<그림 5>에 나타난 바와 같이 좌우 방향의 신체중심 이동변위는 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 왼쪽방향으로 5.9cm 이동했고, 임팩트 자세에서 원위치 자세까지 오른쪽방향으로 1.2cm 이동했다. 좌우 방향의 신체중심 이동이 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 왼쪽으로 5.9cm 이동하였다가 임팩트 자세에서 원위치 자세인 E 3까지 오른쪽으로 1.2cm 이동한 것은 신체의 중심이 왼발에서 오른발로 완전히 전환되지 못한 것에 기인한 것으로서 보다 효율적인 RSP 동작을 위해서는 왼발에서 오른발로의 신체중심의 전환이 잘 이루어지도록 훈련하고 연습하여야 할 것이다.

전후 방향의 신체중심 이동변위를 살펴보면, 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 앞쪽방향으로 14cm 이동하였고, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 뒤쪽방향으로 7.5cm 이동하였는데, 이와 같은 결과는 RSP 동작의 운동진행 방향이 전후 방향이기 때문에 준비자세인 E 1에서 E 2까지 앞쪽으로 14cm의 이동을 나타냈다고 할 수 있으며, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 뒤쪽으로 7.5cm 이동하였는데, 좌우 방향의 신체중심 이동변위에서도 언급하였듯이 왼발에서의 신체중심이 오른발로 완전히 전환되어지지 못한 것에 기인한 것이라 사료된다.

상하 방향의 신체중심 이동변위를 살펴보면, 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 위쪽으로 0.4cm 이동하였으며, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 아래쪽으로 0.3cm 이동하였다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때, 상하 방향의 신체중심 이동이 거의 없는 양상으로 나타난 것은 중축을 중심으로 회전운동이 일어났기 때문이라 사료된다.

3.2 KDM의 중심변인

RSP 동작 시 KDM의 좌우, 전후, 상하 방향의 신체중심 이동변위는 <표 6>과 같다.

표 6. KDM의 중심변인

(unit : cm)

events displacements	E 1	E 2	E 3
frontal view	51.4±1.06	55.5±1.82	54.4±2.62
sagittal view	29.6±0.96	41±1.48	35.4±1.53
transverse view	91.3±0.29	92.1±0.22	91.7±0.4

KDM의 중심변인은 <표 6>에 나타난 바와 같이 좌우 방향의 신체중심 이동변위의 준비자세인 E 1에서 51.4cm, 임팩트 자세인 E 2에서는 55.5cm, 원위치 자세인 E 3에서는 54.4cm이었고, 전·후 방향에서는 준비자세인 E 1에서 29.6cm, 임팩트 자세인 E 2에서는 41cm, 원위치 자세인 E 3에서는 35.4cm이었으며, 상·하 방향에서는 준비자세인 E 1에서 91.3cm, 임팩트 자세인 E 2에서 92.1cm, 원위치 자세인 E 3에서 91.7cm를 나타냈다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 좌우, 상·하 방향의 신체중심 이동변화의 폭보다 전·후 방향에서의 신체중심 이동변화의 폭이 크게 나타난 것은 LDJ의 결과와 같이 RSP 동작의 운동진행 방향과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 사료된다.

또한, KDM의 RSP 동작시 신체중심 이동변인을 상·하, 좌우, 전·후 방향으로 이동된 것을 이벤트 별로 비교해보면, <그림 6>과 같다.

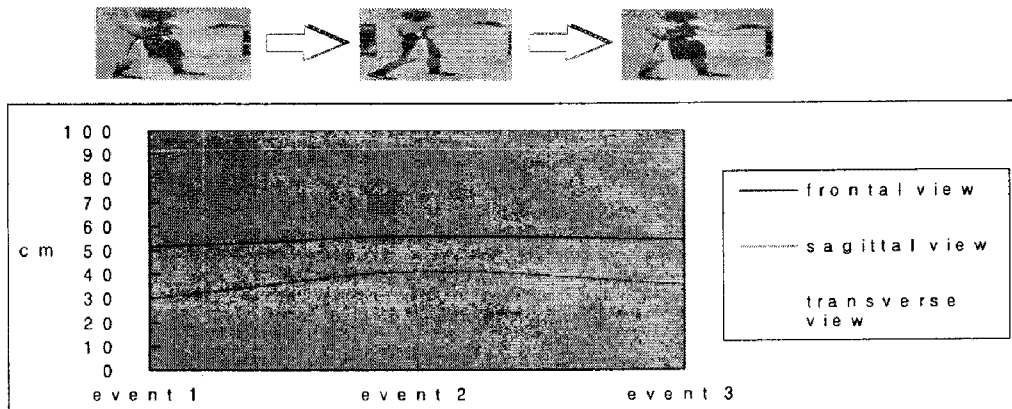


그림 6. KDM의 중심변인

<그림 6>에 나타난 바와 같이 좌우 방향의 신체중심 이동변위는 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 왼쪽방향으로 4.1cm 이동하였고, 임팩트 자세에서 원위치 자세까지 오른쪽방향으로 1.2cm 이동하였다. 좌우 방향의 신체중심 이동이 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 왼쪽으로 4.1cm 이동하였다가 임팩트 자세에서 원위치 자세인 E 3까지 오른쪽으로 1.2cm 이동한 것은

LDJ의 결과와 같이 신체의 중심이 왼발에서 오른발로 완전히 전환되지 못한 것에 기인한 것으로 사료된다. 전·후 방향의 신체중심 이동변위를 살펴보면, 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 앞쪽방향으로 11.4cm 이동하였고, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 뒤쪽방향으로 5.6cm 이동하였다.

이와 같은 결과는 LDJ의 결과와 같이 RSP 동작의 운동진행 방향이 전·후 방향이기 때문에 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 앞쪽으로 11.4cm 이동한 것이며, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 뒤쪽으로 5.6cm 이동한 것은 LDJ의 결과와 같이 왼발에서의 신체중심이 오른발로 완전히 전환되어지지 못한 것에 기인한 것이라 사료된다.

상·하 방향의 신체중심 이동변위를 살펴보면, 준비자세인 E 1에서 임팩트 자세인 E 2까지 위쪽으로 0.8cm 이동하였고, 임팩트 자세인 E 2에서 원위치 자세인 E 3까지 아래쪽으로 0.4cm 이동하였다. 이와 같은 결과는 RSP 동작의 운동 진행 방향과 밀접한 관계가 있는 것으로서 운동 진행 방향이 전·후 방향이기 때문에 동작 수행 시 앞쪽과 뒤쪽으로의 이동을 보다 많이 나타낸 것으로 사료되며, 상·하 방향의 신체중심 이동변위는 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서, LDJ의 경우와 KDM의 경우에 있어서 서로 비슷한 형태를 나타냈다.

본 연구는 복싱 국가대표 선수들을 대상으로 한 사례연구로서 RSP 동작을 3차원 영상 분석해 본 결과, 시간, 자세, 중심변인을 종합해 보면, 첫째, 시간변인에 있어서는 가격하기 위하여 소요된 시간과 방어하기 위해 소요된 시간이 비슷한 특성이었다. 이러한 결과는 가격과 방어, 모두가 중요한 것임을 알 수 있는 것으로서, 가격이 빠르다는 것은 방어 또한 빠르다는 것을 나타내 주는 것이다. 따라서, 가격 후 재빨리 방어자세를 취해야 할 것이다.

둘째, 자세변인에 있어서 가격 시 무릎각이 굴곡되었다. 따라서, 임팩트시 무릎각을 보다 신전시킴으로서 힘이 분산되지 않도록 하여야 할 것이며, 임팩트시 엉덩각이 굴곡된 것 역시 엉덩각을 보다 신전시켜 운동진행방향과 일치할 수 있도록 하여야 할 것이다.

셋째, 중심변인에 있어서 신체중심이 가격 후 방어하기 위하여 원위치의 자세로 완전히 되돌아 오지 못하였다. 따라서, 손으로만 가격하는 것이 아닌 신체를 이용한 가격이 이루어 질 수 있도록 좌우, 전·후 방향의 완전한 신체중심의 전환이 이루어져야 할 것이다.

복싱 국가대표선수들을 대상으로 한, 본 사례연구에서는 복싱의 기본기술인 RSP 동작에 대한 시간, 자세 및 중심변인 등의 키네매틱 특성분석에 한정되었으나, 차후 연구에서는 frame 수를 높여 시간변인의 보다 정밀한 정량적 분석의 연구와 아울러 복싱 종목의 스포츠 과학화를 위하여 잭(Jab), 훅(Hook), 어퍼컷(Uppercut) 등에 관한 후속연구가 계속되어야 할 것이며, 복싱의 스포츠심리학적 접근의 연구는 활발히 이루어지고 있으나, 역학적 선행연구의 미흡으로 인하여 결과를 비교해 보는 것은 힘든 일이었으며, 현장사례중심으로 논의되었으므로 일반화를 위해서는 해석 및 그 활동의 범위를 넓혀가야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 아웃복싱을 주로 구사하는 2명의 국가대표 복싱선수를 대상으로 복싱 Right Straight Punch(RSP) 동작 시 3차원 영상분석법을 이용하여 시간, 자세 그리고 중심이동 등의 Kinematic적 변인의 특성을 분석함으로써 복싱 RSP 기술에 대한 역학적 기초 자료를 얻고자 하는데 그 목적이 있다. 복싱 RSP 동작을 비디오카메라 2대를 사용하여 촬영(30frames/sec.)하였으며, 연구 목적에 적합한 3회의 자료를 채택하여 개인별 기술특성으로 삼았고, 실험 결과에 대한 분석과 논의 과정을 거쳐 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 시간변인

복싱 RSP 동작시 LDJ와 KDM의 평균 소요시간은 가격하기 위하여 팔을 뻗는 시간(0.52 ± 0.04 초)과 방어하기 위하여 원위치 자세로 되돌아오는 자세까지의 시간(0.54 ± 0.01 초)이 비슷한 특성이었다.

2) 자세변인

RSP 동작시 발목각에 있어서 임팩트 후 원위치자세로 돌아올 때 완전히 되돌아오지 못하였다. 따라서, side steps 등 신체중심이동을 위한 보조운동이 필요하리라 판단된다. 무릎각에 있어서 임팩트 시 완전히 펴지지 않은 특성이었으며, 엉덩각에 있어서 운동진행방향과 일치할 수 있도록 엉덩이를 힘차게 돌려야 할 것으로 사료된다.

3) 중심변인

RSP 동작시 LDJ와 KDM 공히 좌우, 상·하 신체중심이동변위 보다 전·후 방향의 신체중심이동변위에서 변화의 폭이 큰 특성이었다.

위와 같이 복싱 RSP 동작을 3-D 영상분석법을 이용하여 분석해 보았다. 앞으로 피험자 수와 실험회수를 더 늘려서 신체분절의 기여도 및 시간변인의 정밀분석과 지면반력을 이용한 Kinetic 연구 등의 후속연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 김종욱(1990), 복싱선수의 in fighter와 out boxer의 경기기술에 관한 조사연구, 미간행 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.

- 박양순(1977), 복싱선수의 경기 기술동작에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 박형춘(1984), 복싱선수의 경기 기술 분석에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 손영찬(1975), 복싱 경기에 있어서 레프트 잭의 중요성에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 동아대학교 대학원.
- 송순천(1993), **복싱의 이해**, 서울 : 경운 출판사.
- 신귀환(1991), 복싱 체급별 기술에 관한 조사 비교 연구, 미간행 석사학위논문, 중앙대학교 교육대학원.
- 오인석(1983), 체중 감량시 복싱선수들의 전신 반응 속도에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 장성호(1987), 복싱경기의 신체부위별 공격 기술별 사용 빈도에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 조선대학교 교육대학원.
- 장한곤(1987), 복싱 경기 시 기술사용 빈도에 관한 비교 연구, 미간행 석사학위논문, 단국대학교 대학원.
- 조석인(1984), 복싱선수들의 중심도와 Step반응속도에 관한 연구, 미간행 석사학위논문, 원광대학교 교육대학원.
- 하중호(1994), 복싱 스트레이트 동작의 분석, 1급 경기지도자 연수논문, 한국체육과학연구원.
- Abdel-Aziz, Y.I. & Kararah, H.M.(1971). Direct Linear transformation from comparator coordinates into object coordinates in close-range photogrammetry, **Proceedings of ASP/UI Symposium**, Close-Range Photogrammetry. American Society of Photogrammetry.
- Adrian, M.J. & Cooper, J.M.(1995), **Biomechanics of Human Movement(2nd edition)**, Wm. C. Brown Communications, Inc.
- Donivan, J, M.(1984), A Kinematic Analysis of the Three Basic Boxing Punches, An unpublished master's thesis, The Pennsylvania State University.
- Kwon, Y. H.(1994), **Kwon 3D Film Motion Analysis Package Version 2.1**, User's Reference Manual, Anyang: Visual Technology System.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G. and Abdelnour, T.(1983), Anatomical Data for Analyzing Human Motion, **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 54(2).