

복싱 잭(jab) 동작 시 제자리 스텝의 사용이 운동역학적 변인에 미치는 영향

이성열* · 권문석†

용인대학교 운동역학실험실, 강사*

건국대학교 스포츠융복합연구소, 교수†

(2020년 3월 29일 접수: 2020년 4월 22일 수정: 2020년 4월 24일 채택)

The Effect of Using Standing Step Condition on Biomechanical Variables during Jab in Boxing

Lee Seong-Yeol* · Kwon Moon-Seok†

*Sports Biomechanics Lab., Yongin University, 134 Yongindaehak-ro, Cheoin-gu,
Yongin-si, Gyeonggi-do 17092, Korea**

*Sports Convergence Institute, Konkuk University, 268 Chungwon-daero,
Chungju-si, Chungcheongbuk-do 27478, Korea†*

(Received March 29, 2020; Revised April 22, 2020; Accepted April 24, 2020)

요 약 : 본 연구는 복싱 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용이 운동역학적 요인들에 미치는 영향을 분석 하는데 목적이 있었다. 이를 위해 최근 1년간 근골격계에 상해가 없었던 오른손잡이 스탠스 유형의 대학교 복싱 선수 8명(나이: 20.38 ± 0.52 yrs, 신장: 172.38 ± 5.80 cm, 체중: 63.45 ± 8.56 kg, 경력 6.00 ± 1.07 yrs)이 실험에 참여하였다. 잭 동작 시 제자리 스텝 사용이 운동역학적 요인들에 미치는 영향을 검증하기 위하여 대응표본 t-test($\alpha = .05$) 통계방법을 사용하였으며 다음과 같은 결과를 도출하였다. 첫째, W.S(with-step)가 N.S(non-step)보다 더 큰 충격력을 나타내었고, 근육의 활성도는 낮은 것으로 분석되었다. 둘째 W.S가 인체 분절의 전방의 속도의 영향을 미쳐서 골반과 발 분절이 더 빠르게 이동하는 것으로 분석되었다. 셋째, W.S는 골반의 회전 움직임이 더 빠른 것으로 나타났다. 넷째, W.S는 N.S보다 상대적으로 오른발과 왼발에 의해서 발생된 전방의 지면반발력이 더 큰 것으로 분석되었다. 이를 통해서 복싱 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용은 지면반발력을 증가시켜 인체 분절의 이동 속도와 회전 움직임에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 더 빠르고 민첩한 움직임을 가능케 하여 상대적으로 적은 근육의 사용으로도 더 큰 충격력을 내는 것으로 확인되었다. 그러므로 복싱의 잭 동작 시 효율적으로 상대방에게 큰 충격력을 전달하기 위해서는 제자리 스텝을 동반하는 것이 효과적으로 분석된다.

주제어 : 복싱, 잭, 스텝, 운동역학적 변인

†Corresponding author
(E-mail: rjnsanstjr@kku.ac.kr)

Abstract : The purpose of this study was to analyze the effect of using standing step condition on biomechanical variables during jab in boxing. For this purpose, eight orthodox type college boxers(age = 20.38 ± 0.52 yrs, height = 172.38 ± 5.80 cm, body mass = 63.45 ± 8.56 kg, career = 6.00 ± 1.07 yrs) who without injury to the musculoskeletal system participated in the experiment over the last year. In order to verify the effect of biomechanical variables using standing step during jab in boxing, the paired t-test ($\alpha = .05$) statistical method was used. First, W.S(with-step) showed a greater impact force than N.S(non-step), and muscle activity was analyzed to be low. Second, it was analyzed that the pelvis and foot segments move faster because W.S affects the velocity of the anterior segment of the human body. Third, the rotational movement of the pelvis was faster in W.S. Fourth, W.S was analyzed to have greater ground reaction force in the anterior caused by the right and left foot than N.S. Through this, it was found that the use of the standing step during jab increases the ground reaction force the velocity and rotational movement of the human segment. Therefore, it was confirmed that it allowed a faster and more agile movement, and thus produces a greater impact force with relatively less muscle activity. Therefore, in order to effectively deliver a greater impact force to the opponent during the jab, it was effectively analyzed to accompany the standing step.

Keywords : boxing, jab, standing step, biomechanical variables

1. 서론

복싱의 공격 기술을 구분하면 주먹의 궤도에 따라 각각 일직선으로 상대를 가격하는 잭(jab)과 스트레이트(straight), 횡으로 곡선을 그리며 상대방을 가격하는 훅(hook), 종으로써 아래서 위로 가격하는 어퍼컷(uppercut) 등의 기술로 구분할 수 있다[1-3]. 과거에는 경기 규칙이 포인트 제도였기 때문에, 잭이나 스트레이트를 통해 상대방에게 타격 후 한 스텝 후진하는 아웃복싱(outboxing)이 주류를 이루었다[4]. 하지만 최근 채점제도로 변경되면서부터 훅 또는 어퍼컷을 통한 근거리에서의 공격적인 부분을 강조하는 인파이터(infighter)가 큰 이점을 가지고 있다[5]. 이처럼 세계적인 복싱의 흐름이 힘과 파워를 중요시하는 복싱(powerboxing)이 대세임에도 불구하고 잭은 여전히 선수들이 경기에서 가장 많이 사용하는 기술 중 하나로써 보고되고 있다[6,7].

잭은 공·수 양면에 있어서 매우 효율적인 기능을 가지고 있는데 기본적으로 상대방을 직접 타격할 뿐만 아니라 타격 거리 유지, 또한 사전에 미리 공격을 차단하는 등의 다양한 기능들을 가지고 있다[8]. 더욱이, 앞손이 일직선으로 상대방에게 최단거리로 나가는 잭 동작은 매우 짧은 시간에 상대를 정확하게 타격할 수 있는 기술이다

[9]. 특히 상대방에게 반격을 당할 확률이 적은 기술인데, 이러한 이유는 동작의 움직임이 과도하지 않기 때문이다. 그러므로 신속하게 주먹을 회수하여 다음 동작을 이어나갈 수 있는 여유를 충분히 가질 수 있다[10]. 반면 잭의 단점은 동작이 단순한 만큼 한방에 상대방을 Knock Out 시킬만한 파워를 발생시키지는 않는다[11,12]. 따라서 잭을 통해서 상대방에게 강한 데미지를 주는 선수들이 경기를 유리하게 이끌어 갈 것으로 판단되며, 과학적인 기술 및 접근을 통하여 어떻게 더 강한 충격력을 상대방에게 전달할지에 대한 연구가 필요하다.

잭 동작을 운동역학적인 관점에서 살펴보면 먼저 시각적으로 목표를 확인한 다음에 전신스텝을 위해서 뒷발을 이용하여 지면을 밀면서 발생하는 지면반발력을 이용하는 신체중심을 신속하게 타겟 방향으로 이동시켜 앞발에 전달하여 펀치 주먹의 운동량을 증가시킬 수 있다[13, 14]. 또한 골반과 몸통분절을 앞손 기준 내측으로 빠르게 회전하고 어깨와 팔꿈치 관절을 각각 빠르게 굴곡·신전시킨다[15-18]. 잭 동작 시 주요하게 작용하는 상완의 근육은 상완삼두근, 상완이두근, 삼각근이며, 이 근육들의 수축·이완을 통한 근활성도가 운동학적 변인과 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다[19, 20]. 이처럼 잭 동작은 다양한

신체 요인들의 복합적인 작용에 의해 결정되며, 또한 파워를 향상시켜 상대방에게 강한 충격력을 전달하기 위해서는 신체 근골격계를 이용한 협응적인 운동이 수행되어야 할 것으로 분석된다 [21-24].

선행연구에 따르면 투기종목에 있어서 스텝을 통한 움직임은 어떻게 효과적으로 사용하느냐에 따라 기술의 완성도가 결정된다고 보고하고 있다 [25]. 일반적으로 스텝은 다음과 같이 구분할 수 있는데 공격과 함께 신체를 전방으로 이동시키는 전진스텝과, 신체를 위아래로 움직이는 제자리 스텝이 있다[26]. 전진 스텝의 장점은 신체를 전방으로 이동하면서 높은 지면반발력을 발생시켜 운동역학적 변인들에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다[13]. 제자리 스텝의 장점은 반박자 빠른 공격을 실시 할 수 있으며, 상대방의 공격에 있어 즉각적인 반격을 실시 할 수 있는 장점을 가지고 있다[27]. 그러나 선행연구에 따르면 제자리 스텝의 사용이 기술의 정확도를 감소시키고, 목표물의 반응에 대한 시간을 증가시킨다고 보고하고 있다[28].

이처럼 투기 종목에 있어서 전진스텝의 사용은 긍정적인 영향을 미친다고 보고된 반면에, 제자리 스텝은 긍정적인 면과 부정적인 면이 공존하고 그 의견에 대해서는 아직 분분한 실정이다. 또한 제자리 스텝의 연구는 태권도 종목에 있어서 한정되어 있으며, 복싱에 관련된 연구는 그 수가 부족한 실정이다. 특히 잭 동작은 복싱에 있어서 가장 기본이 되는 동작이며, 경기 중 가장 많은 사용 빈도수를 차지하는 기술이다. 따라서 이러한 제자리 스텝의 사용이 복싱의 잭 동작에 있어서 어떠한 영향을 미치는지에 대한 필요성이 요구된다.

그러므로 본 연구에서는 복싱 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용이 펀치의 충격량, 근활성도, 시간, 속도, 각속도와 지면반발력의 요인들을 분석하는데 목적이 있다. 이를 통해 제자리 스텝이 복싱의 잭 동작에 있어서 운동역학적 변인들에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 설명하고자 한다. 이러한 결과를 토대로 정량적이고 데이터를 분석함으로써 한국 복싱 선수들의 경기력 향상에 과학적인 근거를 제시할 것으로 기대된다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상

본 연구를 위해 최근 1년간 근골격계에 상해가 없었던 오른손잡이 스탠스 유형의 대학교 복싱 선수 8명(나이: 20.38 ± 0.52 yrs, 신장: 172.38 ± 5.80 cm 체중: 63.45 ± 8.56 kg, 경력 6.00 ± 1.07 yrs)이 실험에 참여하였다.

2.2. 실험 절차 및 장비

잭 동작을 측정하기 위해 이동식 거치대를 사용하여 높이는 180cm, 무게 45kg의 샌드백을 설치하였으며 이때 지면반력기와의 거리는 30cm로 설정하였다.

충격력 데이터를 분석하기 위해 CONFORMat (Tekscan Inc, USA; Sampling Rate: 100Hz)는 센서 체압 분포 측정기를 사용하였다. 본 장비는 44cm × 46cm 규격으로 1,558개의 센서가 부착되어 있으며 신체의 정적·동적상태에서 압력분포 및 압력중심이동의 변화를 측정할 수 있다. CONFORMat의 초기 설정은 연구자가 사전에 표시한 지점에 연구 대상자가 양발을 올리고 양손은 허벅지에 고정하고, 시선을 정면을 바라본 정적인 상태에서 대상자의 체중(Body mass)으로 30초 동안 캘리브레이션을 실시하였다. 설정이 완료되면 사전에 설치해둔 샌드백에 부직포를 사용하여 대상자의 눈높이에 매트를 설치하였으며, 이러한 과정은 연구대상자가 변경될 때 마다 새롭게 설정하였다.

근활성도 데이터 수집을 위해 3채널 근전도 (sampling frequency = 1000 Hz, TeleMyo 2400GT wireless EMG system, gain = 1,000, input impedance > 10 Ω, CMRR > 100 dB) 장비를 이용하였다. 운동역적 데이터 분석을 위해 적외선을 이용한 3차원 모션 캡처 시스템 카메라 7대(MX-Motion Capture Camera, Vicon, UK; Sampling Rate: 120 Hz)로 촬영을 실시하였으며, 지면반력을 측정하기 위하여 스트레인게이지 타입의 지면반력 측정 시스템 2대(AMTI OR6-7, AMTI Inc., Watertown, MA, USA; Sampling Rate: 1200Hz)를 설치하였다. 전역좌 표계 설정은 동작의 진행 방향을 Y축으로, 지면에 대하여 수직 방향을 Z축, 좌우 방향을 X축으로 정의하였다.

실험에 참여한 대상자들은 실험에 대한 정보를 충분히 전달받은 후 몸무게와 신장 측정 후 면 소재의 반바지 타이즈만을 착용시켰으며, 잭 기술 수행을 위하여 대상자들이 이용하는 복싱 슈즈와

붕대를 착용하도록 하였다. 또한 글러브는 현재 아마추어 복싱연맹 공인 글러브를 사용하도록 하였다. 모든 대상자들은 잽 동작 시 제자리 스텝이 동반되지 않는 N.S(non-step)과 스텝이 동반되는 W.S(with-step)동작이 익숙해 질 수 있도록 10분간 연습을 실시하였다. 연습이 완료되면 Plug-in-Gait 모델을 기반으로 제작된 총 47개의 반사마커(직경 14mm)와 왼팔의 전면삼각근(anterior deltoid), 상완이두근(biceps brachii), 상완삼두근(triceps brachii)에 듀얼(Biopolar) 표면전극(dual electrode, Noraxon, USA: 전극간 거리: 1cm)을 부착하였다.

대상자들은 양발을 지면반력기 위에 각각 위치하였으며 샌드백과의 거리는 대상자별로 왼손을 샌드백을 향해 뻗었을 때 직선상의 최단거리로 설정하였고, 타격높이는 자신의 눈높이로 설정하였다. 각각의 조건에 맞는 준비 자세를 취하고 있다가 연구자가 LED 신호를 주면 사전에 CONFORMat에 표시해두었던 지점에 잽 동작을 통해 타격을 실시하였다. 전진스텝 시 한 스텝만 이동하였으며, 최종적으로 동작이 완료되었을 시 양발이 모두 하나의 지면반력기 위에 위치하도록 하였다. 동작 사이의 휴식시간을 30초 간격으로 가졌으며, 연구 목적에 적합한 3회의 잽 동작만을 수집하였다.

2.3. 변인분석

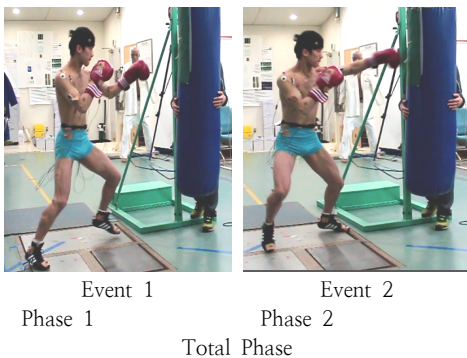


Fig. 1. Analysis Events & Phases.

복싱 잽 동작을 <Fig. 1>과 같이 2개의 이벤트와 3개의 국면으로 정의하였다. Event 1은 TTL 신호에 반응하여 왼발이 지면반력기에 Toe off 되어 벡터 값이 제로가 되는 순간으로 정의 하였

으며, Event 2는 왼 팔꿈치(left elbow)가 최대신전(hyper extension) 되는 순간으로 정의하였다. 각각의 국면은 Phase 1은 TTL신호가 발생된 시점에서 Event 1의 사이 구간을, Phase 2는 Event 1시점에서 Event 2의 사이 구간을, 마지막으로 TTL 신호가 발생된 시점에서 Event 2의 사이 구간을 Total Phase로 정의 하였다.

CONFORMat를 통해 측정된 충격력 데이터는 CONFORMat Research 5.83(Tekscan Inc, USA)라는 S/W 통해서 분석을 실시하였다. 각각의 대상자별로 <Fig. 2>와 같이 사전에 표시한 지점에 정확하게 주먹이 타격된 최댓값을 사용하였다. 분석된 값은 사전에 캘리브레이션 측정된 체중대비 펀치의 충격력으로 일반화하였다.

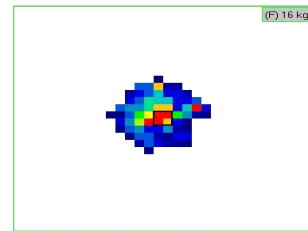


Fig. 2. Impact Pressure.

본 실험에서 측정된 모든 근전도 원자료(raw data)는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 다음과 같은 과정을 통해 처리되었다. 먼저 잽 동작 시 수집한 대상자들의 근육별 근전도 자료는 전자필터(FIR filter, 20~350 Hz bandpass)를 이용하여 필터링한 후 전파 정류(full wave rectification)와 평활화(smoothing, 30 ms) 과정을 실시하였다. 또한 본 연구에서는 근전도 신호를 표준화하는 방법으로 사전에 상지의 굴곡·신전만 사용한 잽 동작의 근활성도를 기준수축(reference voluntary contraction: RVC)으로 정의하였다. 이를 통해 N.S(non-step)과 W.S(with-step)동작 시 전체 국면에서 산출된 최대근활성도 수치를 %RVC의 방법을 통해 백분율로 일반화하여 상대적 변화를 분석하였다.

잽 동작 시 수집한 인체 마커의 3차원 자료와 지면반력 자료들은 MX Control & MX Net(Vicon, UK)을 통해 동기화하고 컴퓨터에 저장한 후 Vicon Nexus 1.7(Vicon, UK) 프로그램으로 신호처리를 실시하였다. 이때 인체에 부착한

반사 마커 데이터들을 fourth-order Butterworth filter(8Hz)로 필터 하였으며, 지면반력 데이터는 fourth-order low-pass Butterworth filter(50Hz)로 필터한 후 C3D 파일로 저장하였다. Vicon Nexus 프로그램에 저장한 잭 동작 C3D 자료들을 Kwon 3D 3.1 S/W(Visol Inc, Korea)에서 불러와서 데이터를 변화하고 Kwon 3D 인체 모델링으로 인체 분절들의 지역좌표계(X축: 좌/우 축, Y축: 전/후 축, Z 축: 분절의 장축)를 설정한 후 cardan orientation 방법을 이용하여 인체 관절 각도를 산출하였다. 구간별 시간변인은 각의 이벤트에서 시간수치를 빼주어서 산출하였으며, 속도변인과, 각속도 변인은 total phase에서 발생된 최댓값을 산출하였고, 지면반발력 변인도 total phase에서 발생된 양발의 좌우·전후·수직의 최댓값을 산출하였으며 대상자들의 신체무게(BW : body weight)로 나누어 일반화하였다.

2.4. 통계분석

잭 동작 시 제자리 스텝 유·무에 따른 운동역학적 요인의 차이를 검증하기 위하여 통계 프로그램에 입력하였다(SPSS 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). 통계분석을 위한 정규성은 Shapiro-Wilk 검증을 실시하였으며($p > .05$), 대응 표본 t-test 통계방법을 사용하였다($\alpha = .05$).

3. 결과

본 연구에서는 복싱 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용이 펀치 충격량, 상지근육의 근활성도, 시간 변인, 속도 변인, 각속도 변인, 지면반발력 변인

을 분석하였으며 그 결과는<Table. 1>, <Table. 2>, <Table. 3> 와 같다.

복싱 잭 동작 시 스텝 사용에 따른 펀치 충격량의 결과는 W.S가 N.S에 비해 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다($p < .05$), 상지근육의 활성도는 전방 삼각근에서 N.S가 W.S에 비해 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다($p < .05$). 시간 변인의 결과는 전체소요시간에서 W.S가 N.S에 비해 통계적으로 유의하게 빠른 것으로 나타났다($p < .05$). 속도 변인의 결과는 골반중심의 최대 전방 속도가 W.S가 N.S에 비해 통계적으로 유의하게 빠른 것으로 나타났으며($p < .05$), 오른발 중심의 최대 전방 속도 역시 W.S가 N.S에 비해 통계적으로 유의하게 빠른 것으로 나타났다($p < .05$). 각속도는 최대 골반 내측 각속도에서 W.S가 N.S에 비해 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다($p < .05$).

지면반력 변인은 왼발과 오른발의 전방 최대 지면반발력이 W.S가 N.S에 비해서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$).

4. 논의

본 연구의 목적은 복싱의 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용이 운동역학적 변인에 미치는 영향을 분석하는데 있었다. 잭 동작 시 체압 분포기를 통한 충격력의 수치는 스텝을 동반(=W.S)한 동작이 제자리 스텝을 미동반(=N.S)한 동작보다 더 큰 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 제자리 스텝의 사용은 신체의 가속도와 발생하는 지면반발력의 크기를 증가시켜 충격력의 크기에 영향을

Table 1. Impact Force & EMG Variables

Variables	Non-Step	With-Step	t-value	df	p-value
Impact Force(Kg)	6.45 (2.56)	10.47 (5.07)	-3.513		.010**
Left Ant Deltoid(% μ V)	131.35 (41.90)	98.45 (30.25)	5.208	7	.001**
Left Biceps Brachii(% μ V)	135.85 (41.90)	100.24 (41.90)	1.433		.195
Lefg Triceps Brachii (% μ V)	94.40 (41.90)	103.05 (41.90)	-.661		.530

*=($p < .05$), **=($p < .01$)

Table 2. Kinematic Variables

Variables	Non-Step	With-Step	<i>t-value</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
Phase 1 Time(sec.)	0.61 (0.19)	0.49 (0.21)	1.082		.315
Phase 2 Time(sec.)	0.31 (0.08)	0.25 (0.08)	1.268		.245
Total Time(sec.)	0.93 (0.16)	0.72 (0.17)	2.397		.048*
Left Hand Peak Anterior Velocity(m/sec.)	5.03 (0.46)	5.11 (0.43)	-.434		.677
Left Hand Peak Posterior Velocity(m/sec.)	-1.63 (1.04)	-1.68 (0.86)	.353		.735
Trunk COM Peak Anterior Velocity(m/sec.)	0.94 (0.19)	1.02 (0.16)	-1.089		.312
Pelvis COM Peak Anterior Velocity(m/sec.)	1.23 (0.22)	1.45 (0.19)	-4.871	7	.002**
Left Foot COM Peak Anterior Velocity(m/sec.)	1.47 (0.62)	1.46 (0.48)	.008		.994
Right Foot COM Peak Anterior Velocity(m/sec.)	1.24 (0.59)	1.64 (0.59)	-8.546		.000**
Left Shoulder Peak Flexion Angular Velocity(deg./sec.)	991.62 (413.23)	1109.41 (578.35)	-1.005		.348
Left Elbow Peak Extension Angular Velocity(deg./sec.)	-1005.54 (239.12)	-1017.66 (286.94)	.284		.784
Trunk Peak Internal Rotation Angular Velocity(deg./sec.)	-178.43 (60.58)	-192.25 (33.67)	.571		.586
Pelvis Peak Internal Rotation Angular Velocity(deg./sec.)	-212.87 (67.40)	-252.07 (62.32)	2.485		.042*

*=($p < .05$), **=($p < .01$)

Table. 3 Kinetic Variables

Variables	Non-Step	With-Step	<i>t-value</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
Right Foot Left Peak GRF(N/BW)	-0.50 (0.15)	-0.57 (0.10)	1.286		.239
Right Foot Anterior Peak GRF(N/BW)	0.42 (0.12)	0.85 (0.23)	-4.885		.002**
Right Foot Vertical Peak GRF(N/BW)	1.56 (0.85)	2.06 (0.79)	-1.406	7	.330
Left Foot Left Peak GRF(N/BW)	0.46 (0.19)	0.49 (0.19)	-.349		.737
Left Foot Anterior Peak GRF(N/BW)	0.04 (0.03)	0.11 (0.09)	-2.452		.044*
Left Foot Vertical Peak GRF(N/BW)	1.77 (0.41)	1.91 (0.45)	-.652		.535

*=($p < .05$), **=($p < .01$)

주는 것으로 보고되고 있다[24, 25]. 본 연구에서도 제자리 스텝을 동반한 것이 잭 동작의 운동학적 운동역학적 변인에 영향을 미쳤을 것으로 분석된다. 따라서 복싱의 잭 동작에 있어서 제자리 스텝을 동반하는 것이 충격력을 높이기 때문에 효과적인 동작이라고 분석된다.

선행연구에 따르면 복싱의 공격기술 발휘 시 편치의 파워 향상을 위해서는 상지 근골격계의 동원을 이용한 협응적인 운동이 수행되어야 한다고 보고되고 있다[19]. 잭 동작 시 근활성도를 분석한 결과 상완이두근과 상완삼두근에는 차이가 나타나지 않았지만, 전면 삼각근에서 N.S가 W.S에 비해 근활성도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 상완삼두근과 상완이두근의 근활성도가 스텝에 의한 영향을 받지 않으며 전면삼각근만 영향을 받는 것으로 분석된다. 특히 전면삼각근은 잭 동작에서 중요한 어깨 관절의 굴·신 동작에 큰 기여를 하는 근육이다. 따라서 어깨 관절의 근육을 과도하게 수축하지 않는 것이 잭 동작에 있어서 충격력을 증가 시키는 요인으로 분석된다.

잭 동작 시 소요시간을 살펴보면 Phase.1과 Phase.2에서는 차이가 없는 반면에 전체 시간에서 W.S가 N.S보다 더 빠른 것으로 나타났다. 이를 통해서 특정한 신호에 반응하는 능력에는 제자리 스텝이 큰 영향을 미치지 않지만, 전진스텝에는 관여하는 것으로 분석된다. 선행 연구를 살펴보면 투기 종목에 있어서 제자리 스텝을 동반하는 것이 소요시간을 감소시켜 민첩성과 순발력 등의 신체능력에 긍정적 영향을 미친다고 보고되고 있다[10, 27]. 잭 동작은 앞 손이 상대방에게 일직선으로 최단거리로 나가며 매우 짧은 시간에 상대를 정확하게 타격해야 하는 기술이다 [9]. 따라서 이러한 제자리 스텝의 사용은 잭 동작의 소요시간을 단축시키기 때문에, 기술의 스피드에 영향을 미쳐 동작의 완성도를 높일 것으로 보인다.

본 연구의 속도 변인을 살펴보면 골반분절의 중심과 오른발 분절의 중심이 W.S가 N.S보다 더 빠르게 전방으로 이동한 것으로 나타났다. 복싱은 경기의 템포(tempo)가 매우 빠르기 때문에 신체를 매우 민첩하게 움직이는 것이 중요하다. 선행 연구에 따르면 신체 분절 중심의 이동이 편치 속도를 증가시키기 위해서 중요하며, 이러한 편치 속도는 충격력과 연관을 가진다고 보고되고 있다 [11, 24]. 본 연구에서도 제자리 스텝을 동반하였

을 경우 전방으로 향하는 인체분절의 속도가 증가하여 충격력에 영향을 미친 것으로 분석된다.

잭 동작 시 각속도 변인을 살펴보면 골반의 내측회전 각속도가 W.S가 N.S보다 더 빠른 것으로 나타났다. 복싱의 스트레이트 동작은 전진 운동과 회전 운동의 동반되어 주먹에 전달되었을 때 더 기술의 완성도가 결정 된다고 보고되고 있다[15]. 따라서 선행연구에서는 팔만 이용한 잭 보다는 허리와 다리를 함께 사용하였을 경우에 더 효과적인 동작을 나타내었다고 보고하였다[9]. 본 연구의 결과를 보면 스텝을 동반하였을 경우에 골반의 각속도가 더 빠르게 내측으로 회전되었으며, 이를 통해 제자리 스텝이 골반의 회전 운동에 영향을 미친 것으로 분석된다.

지면반발력의 결과를 살펴보면 전방으로의 지면반발력이 오른발과 왼발 모두 W.S가 T.S보다 큰 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 전진스텝 시 뒷발을 통해 발생된 지면반발력의 크기는 전진스텝 시 착지하면서 발생한 지면반발력의 증가를 통해 스텝을 이용한 잭의 파워를 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다[29, 30]. 또한 이런 지면반발력의 크기는 인체의 근골격계와 스피드와 연관이 있으며 충격력을 높일 수 있는 요인으로 보고하였다[25]. 따라서 잭 동작 시 제자리 스텝을 동반하였을 경우에 전방으로의 지면반발력에 영향을 미치는 것으로 분석된다.

5. 결론

본 연구에서는 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용이 충격량, 근활성도, 시간, 속도, 각속도와 지면반발력의 요인들에 미치는 영향을 분석하기 위하여 대학복싱선수 8명을 대상으로 운동역학적 분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 제자리 스텝을 동반하였을 경우 제자리 스텝을 동반하지 않을 때보다 더 큰 충격력을 나타내었고, 근육의 활성도는 낮은 것으로 분석되었다. 둘째 제자리 스텝을 동반하였을 경우 인체 분절의 전방의 속도의 영향을 미쳐서 골반과 발 분절이 더 빠르게 이동하는 것으로 분석되었다. 셋째, 제자리 스텝을 동반하였을 경우 골반의 회전 움직임이 더 빠른 것으로 나타났고 이를 통해서 더 큰 회전 운동량을 전달 할 수 있을 것으로 분석되었다. 넷째, 제자리 스텝을 동반하였을 경우 제자리 스텝을 동반하지 않았을 때보다 상대적으로

오른발과 왼발에 의해서 발생된 전방의 지면반발력이 더 큰 것으로 분석되었다.

이를 통해서 복싱 잭 동작 시 제자리 스텝의 사용은 지면반발력을 증가시켜 인체 분절의 이동 속도와 회전 움직임에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 더 빠르고 민첩한 움직임을 가능케 하여 상대적으로 적은 근육의 사용으로도 더 큰 충격력을 내는 것으로 확인되었다. 그러므로 복싱의 잭 동작 시 효율적으로 상대방에게 큰 충격력을 전달하기 위해서는 제자리 스텝을 동반하는 것이 효과적으로 분석된다.

References

1. S. J. Kim, B. H. Woo, "Biomechanical Analysis of Left and Right Hook Type on Trunk Motion in Boxing", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.22, No.6, pp. 1519-1529, (2013).
2. J. J. Kim, W. T. Ham, Y. R. Lee, "Biomechanics Comparative Analysis of the Boxing Hook Punch According to Skill Level", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.22, No.3, pp. 1311-1320, (2013).
3. W. C. Whiting, R. J. Gregor, G. A. Finerman, "Kinematic analysis of human upper extremity movements in boxing", *The American Journal of Sports Medicine*, Vol.16, No.2, pp. 130-136, (1988).
4. S. J. Kim, E. T. Oh, "Comparative Analysis Body segments EMG of Left and Right Hook and Uppercut in Boxing", *The Korea Journal of Sports*, Vol. 11, No.1, pp. 247-256, (2013).
5. K. J. Kim, H. S. Song, S. K. Min, "Body Composition and specific physical fitness profiles of the Korean national amateur boxers", *Exercise Science*, Vol.25 No.1, pp. 33-42, (2016).
6. B. S. An, "The Study on the Use Frequency of the Punch Techniques in the Boxing Games", Unpublished Doctorial thesis, The University of Suwon, (1993).
7. P. Davis, P. R. Benson, J. D. Pitty, A. J. Connorton, R. Waldock, "The activity profile of elite male amateur boxing", *International journal of sports physiology and performance*, Vol.10, No.1, pp. 53-57, (2015).
8. The Faculty of Department of Combative Martial Arts Training, "Boxing", HongKyung, (2004).
9. Y. K. Lim, S. J. Kim, "A Kinematic Analysis of the left Straight Punch in Boxing", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.17, No.2, pp. 1063-1072, (2008).
10. S. Y. Lee, J. P. Kim, H. Yoon, M. S. Kwon, "Comparative Analysis of Biomechanical Variables with Step and Non-Step Conditions during One-Two in Boxing", *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, Vol.21, No.4, pp. 69-79, (2019).
11. M. Cheraghi, H. Agha Alinejad, A. R. Arshi, E. Shirzad, "Kinematics of straight right punch in boxing", *Annals of Applied Sport Science*, Vol.2, No.2, pp. 39-50, (2014).
12. P. Markovic, D. Suzovic, G. Kasum, S. Jaric, "Effects of training against elastic resistance on jab punch performance in elite junior athletes", *Kinesiology*, Vol.48, No.1, pp. 79-86. (2016).
13. S. Y. Kim, U. K. Yoo, H. S. Kim, H. C. Shin, K. H. Kim, "A kinetic Comparative Analysis of Standing one-two straight and Stepping one-two straight in Amateur Boxers", *The Korea Journal of Physical Education*, Vol.54, No.6, pp. 587-599, (2015).
14. C. H. Oh, E. S. Shin, J. P. Kim, D. S. Rho, "The kinetics analysis on the One-two Straight Punch Motion in Boxing", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.21, No.6, pp. 1509-1518, (2015).
15. S. J. Kim, "Comparative Study of Biomechanical Left and Right Elbow Joint Extension Movements After Wheel Axle

- Application", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol.21, No.4, pp. 429-436, (2011).
16. V. I. Filimonov, K. N. Koptsev, Z. M. Husyanov, S. S. Nazarov, "Boxing: Means of increasing strength of the punch", *Strength and Conditioning Journal*, Vol.7, No.6, pp. 65-66, (1985).
 17. Y. A. Koryac, "Assessing neuromuscular speed and speed-strength in boxers", *Soviet Sports Review*, Vol.26, No.4, pp. 195-8, (1991).
 18. T. J. Walilko, D. C. Viano, C. A. Bir, "Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face", *British Journal of Sports Medicine*, Vol.39, No.10, pp. 710-719, (2005).
 19. S. Y. Lee, M. S. Kwon, H. G. Cho, J. P. Kim, "The Effect of Upper Extremity Rotation Movement on Muscles Activation of Upper and Forearm during a Boxing Jab", *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, Vol.19, No.2, pp. 69-79, (2017).
 20. D. H. Yoon, K. J. Kim, "Core Strength Characteristics of Korean National Amateur Male Boxers: A Comparison with Anaerobic Power and Maximal Strength", *Exercise Science*, Vol.28, No.2, pp. 175-181, (2019)
 21. S. J. Kim, "Analysis of Kinematic Variables of Body Segments Depending on Pronation of Front Forearm during One-Two Straight Movement in Boxing", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.21, No.1, pp. 1093-1104, (2012).
 22. H. Chaabène, M. Tabben, B. Mkaouer, E. Franchini, Y. Negra, M. Hammami, Y. Hachana, "Amateur boxing: physical and physiological attributes", *Sports medicine*, Vol.45, No.3, pp. 337-352, (2015).
 23. I. Loturco, F. Y. Nakamura, G. G. Artioli, R. Kobal, K. Kitamura, C. C. C. Abad, E. Franchini, "Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.30, No.1, pp. 109-116, (2016).
 24. J. Wąsik, "Kinematics and kinetics of taekwon-do side kick", *Journal of human kinetics*, Vol.30, pp. 13-20, (2011).
 25. S. C. Kang, "Association of Ground Reaction Force and Kinematics Factors with Step and Non-step Conditions during Round House Kick to The Trunk in Teakwondo", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.56, No.5, pp. 725-734, (2017).
 26. J. H. Yi, Y. K. Jang, "Biomechanical Evaluation of Step on One-two Straight in Boxing", *The Korean Journal of Sport*, Vol.10, No.1, pp. 195-202, (2012).
 27. C. H. Park, "A Comparative Kinetic Analysis of Taekwondo Dolyeochagi depending on whether using Step", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.23, No.5, pp. 1575-1586, (2014).
 28. H. C. Park, "Effects of Taekwondo Step-Non-Step Turning Kick Types as Visual Stimulus Speed on Coincidence-Anticipation Timing Performance", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.52, No.6, pp. 537-544, (2013).
 29. D. H. Kim, E. S. Shin, N. H. Park, "Kinetic Factors Comparative Analysis of Marche Fente Motion of Epee in High School Male Fencer", *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, Vol.21, No.1, pp. 15-29, (2019).
 30. C. H. Oh, J. H. Bae, E. S. Shin, S. Y. Hong, J.K. Choi, J. T. Lee, "A kinetics analysis of Fente Motion in Epee Game of Womens Fencing players", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.22, No.4, pp. 1273-1283, (2013).