

축구 인스텝 킥 시 상지의 이용 유무가 하지의 운동학적 변인에 미치는 영향

채원식¹ · 강년주¹ · 김종우² · 윤창진¹ · 채수덕³ · 석창혁³ · 박기용⁴ · 임영태⁵

¹경북대학교 사범대학 체육교육과 · ²경북대학교 대학원 체육교육과 · ³영남대학교 대학원 체육학과

⁴영남대학교 사범대학 특수체육교육학과 · ⁵건국대학교 자연과학대학 스포츠과학부

The Effect of Upper Extremity Usage on the Soccer Instep Kick Motion

Woen-Sik Chae¹ · Nyeon-Ju Kang¹ · Jong-Woo Kim² · Chang-Jin Yun¹

Su-Duk Chae³ · Chang-Huk Seok³ · Gi-Yong Park⁴ · Young-Tae Lim⁵

¹Department of Physical Education, College of Education, Kyungpook National University, Daegu, Korea

²Department of Physical Education, Graduate School of Kyungpook National University, Daegu, Korea

³Department of Physical Education, Graduate School of Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

⁴Department of Special Physical Education, College of Education, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

⁵Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University, Chungju, Korea

Received 31 January 2010; Received in revised form 10 February 2010; Accepted 24 March 2010

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the kinematic effect of upper extremity usage for the soccer instep kick motion. Ten male university students were recruited as the subjects. Temporal parameters, ball velocity, velocity of CG, angle of segment, angular velocity, and trunk orientation angle were determined for each trial. The results showed that temporal parameters in WU and WORU were significantly less than those found in WOU during pre impact phase. These indicated that no usage of upper extremity may increase excessive setup time in order to improve the accuracy of instep kick. Angle of right knee in WOU at LC was significantly greater than corresponding value for WU since angular momentum contributions of the lower limb were not effectively balanced by contributions of the upper limb. We found that the lower extremity movement was controlled by lateral movement in the trunk as a result of no usage of the upper extremity, resulting in the relatively greater trunk rotation in WOU.

Keywords : Soccer, Kinematic, Upper Extremity, Instep Kick

I. 서 론

인간의 기본동작(basic human movement)들은 크게 들어올리기(lift), 걷기(walk), 달리기(run), 점프(jump), 던지기(throw), 밀기(push), 치기(strike), 당기기(pull), 수영(swim)등으로 나뉘는데 이들 중 우리에게 친숙한 차기(kick) 동작은 기본동작에 속하지

않고 던지기 유형에 분류되어 있다(김성수, 2002). 따라서 축구 경기에서 가장 많이 사용되는 기술인 킥 동작 역시 인체의 기본적인 동작중의 하나인 던지기 동작 중 차기 유형(kicking pattern)에 해당되는 기술로 볼 수 있다. 이러한 동작은 가해지는 힘이 지지하는 다리보다는 휘두르는 다리로 전달된다는 점에서 걷기 및 달리기와는 다른 특성을 가지고 있지만 근본적으로는 이 두 동작의 변형된 형태라고 정의할 수 있다(Cooper, Adrian & Glassow, 1982). 축구 킥의 종류는 공을 차는 발의 부위에 따라 발끝으로 차는 토킥, 발뒤꿈치를 이용하여 차는 힐 킥, 엄지발가락 쪽으로 차는 인프런트 킥, 새끼발가락 쪽으로 차는 아웃프런트 킥, 발 안쪽을 이용하여 차는 인사이드 킥, 발

이 논문은 2009한국운동역학회 추계학술대회에서 발표된 논문임.

Corresponding Author: Young-Tae Lim

Division of Sports Science, Konkuk University,
322 Danwol-dong, Chungju-si, Korea

Tel : +82-43-840-3495 / Fax : +82-43-840-3498

E-mail: ytlim@kku.ac.kr

본 논문은 2009년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

의 바깥쪽으로 차는 아웃사이드 킥, 그리고 발등으로 차는 인스텝 킥 등으로 구분할 수 있다. 이 중 인스텝 킥은 정확도와 강도가 높아 패스에서 슈팅까지 그 용도가 매우 다양하여 대표적인 축구 킥의 형태이다.

축구 킥에 대한 연구들 중 최근 국내에서 발표된 논문을 살펴보면 임비오(2001)는 페널티 킥 시 사용되는 인사이드 킥 및 인스텝 킥의 운동학적 자료를 비교하여 페널티 킥의 운동학적 유사점과 차이점을 평가하여 올바른 기술사용 및 전략을 제공하였다. 김의환, 이요열, 김성섭, 권문석, 및 김성호(2003)는 엘리트 축구선수들의 오버헤드 킥 동작의 운동학적 변인들의 특성 분석을 통해 오버헤드 킥에 관한 역학적 기초 자료를 획득하였다. 신제민(2005)은 3차원 운동학적 분석을 통해 축구 페널티 킥을 좌우방향으로 찰 때 숙련된 킥 형태의 정량화 및 골키퍼가 중요한 단서로 이용하는 디딤발 착지와 임팩트 시점의 킥의 관절각의 차이를 분석하여 골 성공률을 높일 수 있는 자료 제공을 시도하였다. 조규권, 김유신, 및 최길순(2006)은 여자축구 선수들을 대상으로 접근각도에 따른 인스텝 슈팅의 동작의 운동학적 변인을 분석하여 접근각도가 증가함에 따라 보폭 및 보폭/하지장이 증가하고 신체중심 이동 변위 및 하지분절의 관절각에서 유의한 차이가 나타남을 보고하였다. 박성진, 이대연, 및 김창국(2008)은 축구 킥의 대표적 유형이면서 목적에 따라 선택되어 사용되는 인스텝, 인사이드, 인프런트 킥의 운동학적 특성을 비교분석하였다. 강상학과 손원일(2008)은 축구 인스텝 킥 동작에서 지지다리의 후족각 성분들과 차는 다리의 해부학적 회전각을 숙련자와 비숙련자 두 그룹으로 나누어 비교분석하여 기술 숙련도에 따른 운동학적 특성의 차이를 확인하였다.

국외의 연구를 살펴보면 Kawamoto, Miyagi, Ohashi와 Fukushima(2007)는 축구 인사이드 패싱 킥 동작 시 볼 속도를 증가시키는 주요 운동역학적 변인들을 확인 한 결과 킥 동작 초반부의 대퇴 굴곡 토크의 발생이 가장 중요한 요인으로 결론지었다. Orloff et al.(2008)는 축구 인스텝 킥 시 남녀대학 축구선수들을 대상으로 디딤발의 지면반력 및 운동학적 변인들을 비교 분석한 결과 디딤발의 위치에 대한 유의한 성별 차이는 없었지만 여자가 남자에 비해 더 큰 몸통 기울기각, 디딤 다리 각도 및 좌우축 방향의 지면반력 성분을 발생시키는 것으로 나타나 남녀 간의 해부학적 차이가 몸통 기울기 및 디딤 다리의 각도 차에 반영되는 것으로 확인되었다. Isokawa와 Ikegami(2009)는 초고속 카메라를 이용하여 축구 인스텝 킥 동작 시 발과 볼 사이의 상호작용에 의해 발생하는 임팩트를 분석하여 경기력 향상 및 부상방지를 위해 발의 운동학적 변인을 확인한 결과 저축굴곡, 외전 및 외반이 임팩트 직후 나타나는 것을 보고하

였다. Clagg, Warnock과 Thomas(2009)는 여자대학 축구선수들을 대상으로 축구 킥 동작 시 하지 관절의 운동역학적 분석을 실시한 결과 비우성(non-dominant) 디딤다리에 비해 우성(dominant) 디딤다리에서 더 큰 인장(pulling) 토크와 더 작은 제동(breaking) 토크를 사용하는 것으로 나타나 양쪽 다리를 모두 사용하여 효과적인 킥 동작을 수행할 수 있게 훈련된 선수들조차 그 차이를 확인할 수 있었다.

이와 같이 축구의 킥과 관련된 대부분의 선행 연구들은 하지분절의 운동학 및 운동역학적 분석에 국한되어 왔다. 그러나 실제적인 킥 동작은 하지뿐만 아니라, 상지 동작과의 유기적인 상호작용을 통하여 효과적으로 이루어질 수 있다.

Gongbing과 Westerhoff(2005)는 남자축구선수들의 최대 인스텝 킥 동작 시 전신 운동학적 특성을 분석한 결과 효과적인 상체의 움직임은 차는 다리의 동작을 구성하는 핵심 요인으로서 킥 동작 시 더욱 폭발적인 근육수축을 가능케 하는 초기 상태를 만드는 것으로 나타났다. 강하며 안정된 킥을 발생시키기 위해서는 하지의 이동경로와 반대 방향으로 상지와 상체를 움직여 하지에 의해 발생되어지는 회전운동량을 적절하게 제어할 수 있는 카운터밸런스(counter-balance)가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 상지의 움직임을 제한시켜 축구 인스텝 킥 시 발생되어지는 하지의 운동학적 변인을 분석함으로써, 상지 동작의 역할 및 그 중요성에 대해 규명할 수 있는 것으로 판단되어진다. 또한 본 연구의 결과를 통해 축구 인스텝 킥 시 이상적인 상지 동작이 무엇인지에 대한 해답을 제시할 수 있는 것으로 사료되어진다. 본 연구의 목적은 축구 인스텝 킥 시 상지의 이용 유무가 하지의 운동학적 변인에 미치는 영향을 분석하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

근골격계에 이상이 없는 Y대학교 축구클럽 소속 남자 대학 생 선수 10명을 선정하였으며, 피험자의 평균 연령은 20.5 ± 1.5 year, 신장 176.4 ± 2.9 cm, 체중 663.1 ± 64.7 N이다.

2. 실험 장비

본 실험의 3차원 동작분석을 위해 4대의 디지털 캠코더(Sony DCR-HC48)를 설치하였다. 3차원 좌표 계산을 위한 기준점(control point)과 동조용 발광다이오드가 촬영 범위 내에 들어오

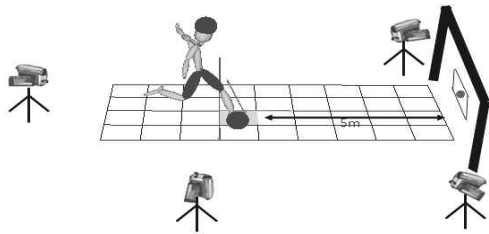


Figure 1. Experimental equipments

도록 초점을 맞추고, 촬영 속도는 60 field/s, 셔터 속도는 1/750 sec로 설정하였다. 축구 지도자의 의견에 따라 가장 이상적인 인스텝 킥을 실시할 수 있도록 타깃을 디딤발이 닿는 곳으로부터 전방 5 m 거리에 설치하여 킥을 실시하였다(Figure 1).

3. 실험 절차

실험 전 마틴식 인체 분절 계측기(Martin co., Japan)로 Chandler, Clauser, McConville, Reynolds와 Young(1975)이 제안한 기하학적 비율 방법에 의해 신체 분절값을 계산하였다. 인체 관절 중심의 좌표화를 위해 직경 1 cm의 반사마커를 좌·우 6 개 지점(shoulder, knee, hip, toe, heel, ankle)에 부착하였다. 피험자는 충분한 워밍업을 실시하고 신체 근육을 이완시킨 후 상의는 탈의하고 하의는 스포츠용 타이즈를 착용하였다. 신발은 풋살화를 착용한 후 최대한 강하게 차기로 진행자의 준비, 시작이라는 구령에 맞추어 왼발이 지면반력기 안에 위치하며, 타킷을 맞추면 성공으로 하여 오른발 인스텝 킥의 상지 이용 유무를 조건별로 4회 실시하였다. 각 조건의 순서는 무작위로 선택하여 실시하였다(Figure 2).

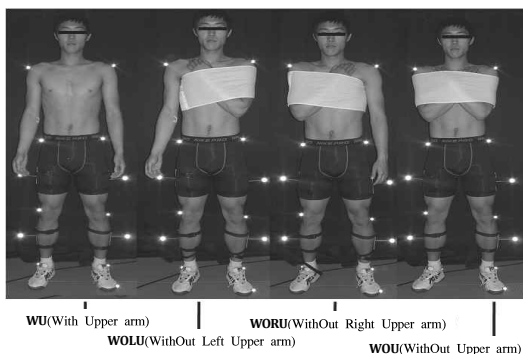


Figure 2. Trial conditions

4. 자료 분석

촬영되어진 킥 동작은 영상 분석을 통해 디딤 발이 지면에

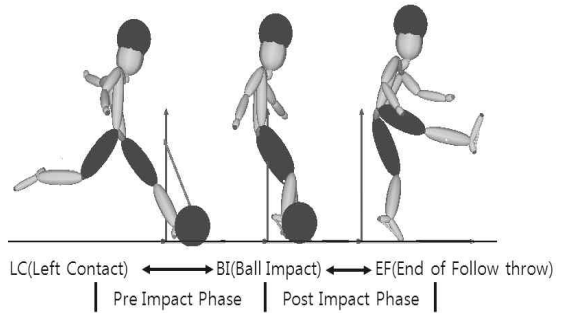


Figure 3. Phases and events

닿는 시점(Left foot Contact; LC), 임팩트 시점(Ball Impact; BI), 팔로스루가 끝나는 시점(End of Follow throw; EF)으로 3개의 주요 시점(event)으로 설정하였으며, 첫 번째 시점과 두 번째 시점 사이를 Pre Impact Phase, 두 번째 시점과 세 번째 시점 사이를 Post Impact Phase로 2개의 구간으로 설정하여 자료를 분석하였다(Figure 3).

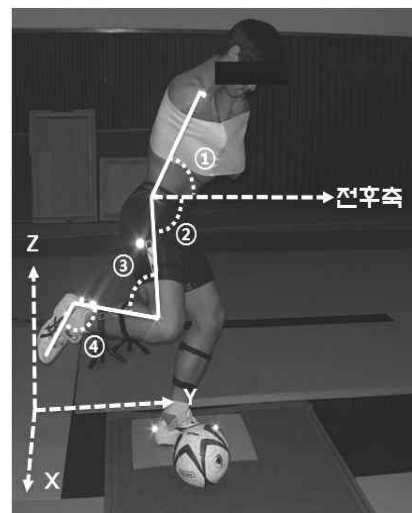


Figure 4. Angle of segment(① Trunk, ② Thigh, ③ Knee, ④ Ankle)

3차원 동작 분석은 Kwon3D program ver. 3.10을 사용하였으며, 직접 선형 변환방법(Direct linear transformation, Abdel-Aziz & Karara, 1971)을 통해 3차원 좌표값을 얻었다. 영상 좌표화 과정에서 발생하는 노이즈를 최소화하기 위해 2차 Butterworth low-pass digital filter를 사용하였으며, 이때 차단 주파수는 6 Hz로 설정하였다. 볼의 속도는 영상분석을 통해서 임팩트 후 3 frames의 평균속도로 설정하였다. 전역 좌표계는 타깃선과의 직각방향을 X축(좌우축), 타깃방향을 Y축(전후축), 수직방향을 Z축(수직축)으로 정의하였다(Figure 4). 관절각 설정은 전역 좌표계의 전후축과 몸통이 이루는 각을 몸통각, 전역 좌표계의 전후축과 대퇴가 이루

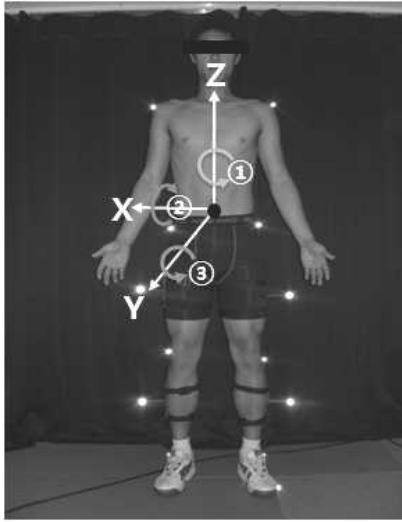


Figure 5. Trunk orientation angle (① Rotation Angle; RA, ② Inclination Angle; IA, ③ Medio-lateral Flexion angle; MF)

각을 대퇴기울기각, 대퇴와 하퇴가 이루는 각을 무릎각, 하퇴와 발이 이루는 각을 발목각으로 설정하여 자료를 분석하였다 <Figure 4>. 몸통 회전각은 피험자의 몸통에 설정된 지역좌표계와 전역좌표계의 수직축과 이루는 각을 회전각, 좌우축과 이루는 각은 전경각, 전후축과 이루는 각을 측경각으로 설정하였다 (Figure 5).

5. 통계 처리

SPSS 14.0을 사용하여 동작 구간에 대한 시간 변인, 볼의 속도, 시점별 인체 무게중심의 선속도, 관절각 및 각속도, 몸통회전각의 평균과 표준편차를 계산하였다. 반복 측정을 통한 일원 분산 분석(one-way analysis of variance(ANOVA) with repeated measures)을 실시하여 조건에 따른 변인들의 차를 비교 분석하였으며, 사후분석은 contrast를 사용하여 상지의 이용 유무 조건 사이의 통계적 유의성을 검증하였다. 이때 유의성 수준은 $p < .05$ 에서 검증하였다.

III. 결 과

1. 구간별 시간변인 및 볼 합성 선속도

Pre Impact 구간에서는 WU(With Upperarms)와 WORU(WithOut Right Upperarm)의 시간변인이 WOU(WithOut Upperarms)에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였다<Table 1>. 볼 속도는 WU가 WOU에 비해 통계적으로 유의하게 증가되었다(Table 1, 2).

Table 1. Temporal parameters

	WU	WOLU	WORU	WOU
Pre Impact	0.117* (0.014)	0.120 (0.015)	0.123 ϕ (0.009)	0.130* ϕ (0.011)
Post Impact	0.130 (0.028)	0.122 (0.039)	0.135 (0.036)	0.113 (0.040)

Note. *significant difference between WU and the others, ϕ significant difference between WORU and WOU at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

Table 2. Ball velocity

	WU	WOLU	WORU	WOU
Ball velocity	2367.7* (197.5)	2160.1 (231.0)	2227.0 (267.2)	2106.1* (226.2)

Note. *significant difference between WU and the others at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

2. 시점별 인체 무게중심의 선속도

LC 시점 시 WU가 WOLU(WithOut Left Upperarm), WORU보다 전후축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였다. BI 시점 시 WU가 WOLU, WORU보다 전후축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 증가하였다. EF 시점 시 WU와 WORU가 WOLU 및 WOU보다 좌우축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였다(Table 3).

Table 3. Velocity of CG

	WU	WOLU	WORU	WOU	
LC	X	26.8 (28.4)	34.0 (21.1)	21.9 (30.4)	36.8 (27.0)
	Y	-47.2 (47.3)*	-23.6 (43.8)* ∂	-40.5 (47.9) ∂	-26.1 (40.2)*
	Z	-58.3 (20.5)	-52.3 (15.9)	-56.5 (19.9)	-39.4 (46.1)
BI	X	-21.1 (35.4)	-13.3 (32.1)	-20.7 (40.3)	-10.4 (32.8)
	Y	307.3 (53.8)*	290.6 (47.9)*	282.1 (46.2)*	261.5 (102.2)
	Z	70.2 (38.1)	67.4 (33.1)	67.3 (24.6)	59.2 (33.8)
EF	X	-47.2 (47.3)*	-23.6 (43.8)* ∂	-40.5 (47.9) ∂	-26.1 (40.2)*
	Y	281.0 (60.4)*	271.0 (54.6) ∂	250.4 (52.7)* ∂	251.2 (87.0)
	Z	102.5 (40.7)*	67.3 (53.5)*	60.7 (41.2)*	62.2 (37.4)*

Note. *significant difference between WU and the others, ∂ significant difference among WOLU, WORU, and WOU at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

3. 시점별 관절각

LC 시점에서 WU의 오른쪽 무릎각이 WOU보다 통계적으로 감소하였다. BI 시점 시 WORU가 WOLU보다 오른쪽 대퇴기울기각이 통계적으로 유의하게 감소하였다. EF 시점 시 WU와 WORU의 오른쪽 대퇴기울기각이 WOU보다 통계적으로 감소하였다(Table 4).

Table 4. Angle of segment (unit: deg)

	WU	WOLU	WORU	WOU	
LC	Trunk	93.2 (8.9)*	93.0 (5.3) ∂	92.1 (8.8)	88.9 (8.5)* ∂
	R. Hip	126.0 (7.5)*	121.8 (8.9)	122.3 (8.2)*	122.1 (8.6)
	R. Knee	96.7 (15.6)*	101.1 (13.6)	99.6 (16.7)	104.7 (13.0)*
	R. Ankle	132.1 (14.0)	129.5 (12.5)	130.8 (12.4)	131.9 (9.7)
BI	Trunk	78.5 (9.1)	75.4 (9.5)	81.3 (10.6) ‡	73.6 (11.9) ‡
	R. Hip	55.9 (5.5)	58.6 (4.7) ∂	55.0 (6.0) ∂	57.2 (7.4)
	R. Knee	144.9 (10.0)	143.4 (9.2)	145.5 (8.2)	142.2 (5.4)
	R. Ankle	116.8 (11.3)	117.8 (9.1)	118.4 (10.6)	121.2 (7.9)
EF	Trunk	58.9 (12.8)	61.0 (12.6)	62.6 (11.7)	66.5 (18.2)
	R. Hip	21.9 (9.3)*	32.2 (11.2)*	26.2 (12.3) ‡	37.1 (13.2)* ‡
	R. Knee	167.8 (4.6)	170.1 (7.7)	167.7 (7.6)	168.4 (5.1)
	R. Ankle	118.9 (18.0)	116.8 (16.7)	117.4 (17.2)	121.9 (8.6)

Note. *significant difference between WU and the others, ∂ significant difference among WOLU, WORU, and WOU, ‡ significant difference between WORU and WOU at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

4. 시점별 관절각의 각속도

LC 시점에서 WU와 WORU의 오른쪽 대퇴기울기각의 각속도가 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소되었다. BI 시점 시 WU의 오른쪽 대퇴기울기 각속도가 WOLU, WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다. EF 시점에서는 WORU의 오른쪽 무릎각의 각속도가 각각 WOLU와 WOU보다 음의 방향으로 유의하게 감소하였다(Table 5).

5. 시점별 몸통 회전각

LC 시점 시 WORU가 WOLU에 비해 전후축에 대한 몸통회전각(측정각, MF)이 수직축에 더 가깝다. BI 시 수직축에 대한 몸통회전각(회전각, RA)은 WORU와 WOU가 WU에 비해 통계

Table 5. Angular velocity (unit: deg/s)

	WU	WOLU	WORU	WOU	
LC	Trunk	48.4 (56.7)*	21.8 (73.1)	45.7 (64.1) ‡	-21.9 (72.8)* ‡
	R. Hip	-480.0 (71.8)*	-355.0 (185.4)	-419.3 (84.9) ‡	-337.6 (82.5)* ‡
	R. Knee	-467.2 (194.0)	-464.5 (225.7)	-487.1 (148.7)	-584.0 (104.1)
	R. Ankle	-117.7 (103.8)	-45.3 (266.7)	-36.5 (156.2)	10.3 (152.9)
BI	Trunk	-190.6 (92.7)*	-159.7 (107.7) ∂	-161.6 (70.9) ‡	-102.8 (98.9)* ∂ ‡
	R. Hip	-377.8 (85.9)*	-265.9 (132.7)*	-312.0 (108.5)	-274.3 (70.0)*
	R. Knee	803.4 (131.7)	807.6 (257.7)	815.6 (185.2)	879.7 (93.2)
	R. Ankle	-22.5 (182.0)	11.8 (155.6)	-13.1 (133.9)	-63.6 (125.5)
EF	Trunk	-62.5 (85.3)	-26.4 (96.2)	-42.9 (74.3)	-38.7 (51.7)
	R. Hip	-123.6 (159.6)	-87.1 (162.3)	-72.0 (120.1)	-77.0 (107.2)
	R. Knee	-36.2 (147.9)	-75.7 (162.5) ∂	32.9 (72.2) ∂ ‡	-67.7 (92.2) ‡
	R. Ankle	-1.9 (63.2)	43.0 (140.3)	-18.3 (110.4)	-2.0 (156.8)

Note. *significant difference between WU and the others, ∂ significant difference among WOLU, WORU, and WOU, ‡ significant difference between WORU and WOU at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

Table 6. Trunk orientation angle (unit: deg)

	WU	WOLU	WORU	WOU	
LC	IA	3.2 (8.9)	3.0 (5.3)	2.1 (8.8)	-0.2 (8.3)
	MF	-15.5 (6.9)	-17.8 (5.0) ∂	-13.2 (6.4) ∂	-13.8 (9.6)
	RA	-9.0 (12.9)	-9.1 (17.8)	-12.1 (14.8)	-8.1 (16.1)
BI	IA	-11.5 (9.1)	-14.6 (9.5)	-8.7 (10.6)	-12.8 (13.4)
	MF	-12.0 (8.8)*	-11.0 (9.0) ∂	-8.2 (8.8)* ‡	-1.5 (10.9)* ∂ ‡
	RA	1.1 (11.0)*	-5.1 (18.6) ∂	-6.8 (11.8)* ‡	-18.9 (18.4)* ∂ ‡
EF	IA	-31.1 (12.8)*	-29.0 (12.6) ∂	-27.4 (11.7)	-18.2 (20.4)* ∂
	MF	-0.7 (13.2)*	-0.4 (12.2) ∂	1.0 (12.8) ‡	7.8 (11.8)* ∂ ‡
	RA	-2.5 (12.7)	-4.9 (17.2)	-3.7 (14.1) ‡	-13.4 (17.9) ‡

Note. *significant difference between WU and the others, ∂ significant difference among WOLU, WORU, and WOU, ‡ significant difference between WORU and WOU at $p < .05$, Standard deviation in parentheses.

적으로 유의하게 감소하였다. EF 시에도 WOU의 전후축에 대한 몸통회전각(측경각, MF)이 WU, WORU보다 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 6).

IV. 논 의

시간변인 및 볼 속도변인을 살펴보면 Pre Impact 구간 시 WU와 WORU의 시간이 WOU에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였고 임팩트 이후 볼 속도는 WU가 WOU에 비해 통계적으로 유의하게 증가되었다. 이는 킥 동작 시 상지의 사용이 제한되어 불안정한 자세가 유발되면 준비시간을 증가시켜 강한 킥 보다는 정확한 킥을 구사하려는 경향을 보인 것으로 생각된다.

인체무게중심의 선속도의 경우 BI 시점 시 WU가 WOLU, WORU보다 전후축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 증가하였고, EF 시점 시 WU와 WORU가 WOLU 및 WOU보다 좌우 축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였다. 이는 킥 동작 시 상지의 사용이 전방으로의 무게중심 이동을 증가시키고, 오른발 킥 동작 후 왼손이 몸통에 발생하는 회전을 보정해주는 역할을 통해 보다 강하고 역동적인 동작을 가능하게 한 것으로 판단된다.

관절각은 LC 시점 시 WU의 오른쪽 무릎각이 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다. Brancazio(1984)는 완벽한 회전 동작의 수행을 위해서는 관성모멘트를 줄여 각운동량을 증가시킬 수 있다고 하였다. 따라서 상지가 제한될 경우 한발로 지지할 때 오른쪽 하지에서 발생하는 각운동량을 상쇄시키지 못하기 때문에 균형을 잡기 위해 무릎을 충분히 굴곡시키지 못한 것으로 생각된다. 또한 EF 시점 시 WU와 WORU의 대퇴기울기각이 WOU보다 통계적으로 감소하였는데 이는 오른발이 팔로스로우 될 때 전역좌표계 상의 전후축과의 각이 줄어든 것을 의미한다. 따라서 킥 이후의 팔로스로우를 크게 함으로써 원활한 킥 동작이 이루어진 것으로 사료된다.

각속도의 경우 LC 시점 시 WU와 WORU의 오른쪽 대퇴기울기각의 각속도가 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소되었고, EF 시점에서는 WU와 WORU의 왼쪽 무릎각의 각속도가 각각 WOLU와 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다. Putnam(1983)은 킥 동작 초반부에는 대퇴 회전이 지배한다고 보고하였는데 왼쪽 상지의 스윙이 이러한 대퇴 회전을 강하게 할 수 있도록 기여한 것으로 판단된다. 또한 팔로스로우 시 지지하는 왼쪽의 무릎을 신전시켜 킥 이후의 카운터밸런스 효과에 기여한 것으로 사료되어진다.

몸통회전각은 BI 시점 시 수직축에 대한 회전각이 WORU와 WOU가 WU에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였으며, EF 시에도 WOU의 전후축에 대한 측경각이 WU, WORU보다 통계적

으로 유의하게 증가하였다. 이는 상지의 사용이 인체의 각운동량을 감소시키기 위한 리드(lead) 팔로써의 수단뿐만 아니라, Dorge et al.(2002)가 보고한 바와 같이 효과적인 상체의 움직임은 강력한 채찍과 유사한 킥 동작을 만드는 핵심 요인으로서, 몸통의 회전반경을 보다 크게 함으로써, 강한 킥을 위한 회전운동을 발전하는데 기여한 것으로 사료되어진다. Gongbing와 Westerhoff(2005)는 축구 인스텝킥 시 신체 전체의 운동학적 특성과 연관된 변인이 킥에 미치는 영향을 조사한 실험에서 효과적인 상지의 사용이 차는 동작의 필수적 요인이며, 인스텝킥 시 폭발적인 근육의 기여를 도모하여 보다 효과적인 킥의 상태를 만든다고 보고하였다. 또한 상지의 사용이 없을 경우 킥 이후에 작용을 하는 각운동량을 감소시키기 위해서 의식적으로 몸통을 우측으로 기울이는 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 축구 인스텝 킥 시 상지의 이용 유무가 하지의 운동학적 변인에 미치는 영향을 분석하는데 있었다. 본 연구의 결과, Pre Impact 구간에서 WU와 WORU의 시간이 WOU에 비해 운동시간변인이 통계적으로 유의하게 감소하였고, BI 시점 시 WU가 WOLU, WORU보다 전후축 방향으로 인체무게중심의 선속도가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한, 수직축에 대한 회전각이 WORU와 WOU가 WU에 비해 수직축으로 가까워졌다. LC 시점 시 WU의 오른쪽 무릎각이 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였고, WU와 WORU의 오른쪽 대퇴기울기각의 각속도가 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다.

Post Impact 구간에서는 WOU보다 WU의 임팩트 이후 볼속도가 통계적으로 유의하게 증가했다. EF 시점 시 WU와 WORU가 WOLU 및 WOU보다 좌우축 방향으로 인체무게중심의 선속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였지만, 왼쪽 무릎각의 각속도는 WU와 WORU가 WOLU 및 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다. 이때, WU와 WORU의 대퇴기울기각이 WOU보다 통계적으로 감소하였으며, 마찬가지로 몸통회전각은 WU, WORU의 전후축에 대한 각각의 측경각이 WOU보다 통계적으로 유의하게 감소하였다.

이를 통해 상지의 제한이 시간변인, 볼의 선속도, 인체중심의 선속도, 관절각 및 각속도, 몸통회전각에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 킥 동작에 있어서 하지뿐만 아니라 상지의 역할이 인체 안정성을 높이는데 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다. 또한 킥의 강도나 정확성에 있어서도 상지의 동작이 직간접적으로 영향을 미칠 것으로 생각된다. 이를 바탕으로 킥 동작 시 효과적인 상지의 움직임을 확인하여 축구선수들의 과

학적인 훈련에 응용하고 이상적인 슈팅자세의 개발에도 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 나아가 팔이 불편한 신체장애인의 운동 수행에 표준화된 지표개발 및 재활의학 분야연구에 기초가 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- 강상학, 손원일(2008). 축구 인스텝 킥의 하지관절 움직임과 해부학적 각운동 분석. *한국운동역학회지*, 18(1), 1-10.
- 김의환, 이요열, 김성섭, 권문석, 김성호(2003). 축구 오버헤드 킥 동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 13(1), 155-171.
- 김종우, 채원식, 임영태, 강년주(2009). 축구 인스텝 킥 시 상지의 이용 유무가 운동학적 변인에 미치는 영향. 2009 한국운동역학회 추계학술대회 발표회. 88-93.
- 김성수(2002). *골프스윙의 원리*. 서울 : 전원문화사.
- 박성진, 이대연, 김창국(2008). 축구 킥의 유형별 운동학적 특성 비교분석. *한국사회체육학회지*, 34, 1347-1355.
- 신제민(2005). 축구 페널티킥에서 초보자과 숙련자의 3차원 운동학적 비교. *한국운동역학회지*, 15(4), 13-24.
- 임비오(2001). 축구 페널티 킥의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 11(2), 133-145.
- 조규권, 김유신, 최길순(2006). 접근각도에 따른 여자고등학교 축구선수의 인스텝 슈팅 동작에 관한 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 16(2), 153-163.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates in object-space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceedings of the ASP Symposium of Close-Range Photogrammetry. Urbana, IL.
- Brancazio, P.(1984). *Sport Science*. New York : Simon & Schuster, 118-159.
- Chandler, R. F., Clauser, C. E., McConville, J. T., Reynolds, H. M., & Young, J. W.(1975). *Investigation of inertial properties of the human body*. AMRL-TR-74-137, AD-A016-485. DOT-HS-801-430. Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.
- Clagg, S. E., Warnock, A., & Thomas, J.(2009). Kinetic analyses of maximal effort soccer kicks in female collegiate athletes. *Sports Biomechanics*, 8(2), 141-153.
- Cooper, J. M., Adrian, M., & Glassow, R. B.(1982). *Kinesiology*, 5th ed. St. Louis: C.V. Mosby.
- Dorge, H. C., Andersen, T. B., Sorensen, H., & Simonsen, E. B.(2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the nonpreferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20, 293-299.
- Gongbing, S., & Westerhoff, P.(2005). Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*, 4(1), 59-72.
- Isokawa, M., & Ikegami, Y.(2009). Ball impact dynamics of instep soccer kicking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(4), 889-897.
- Kawamoto, R., Miyagi, O., Ohashi, J., & Fukushima, S.(2007). Kinetic comparison of a side-foot soccer kick between experienced and inexperienced players. *Sports Biomechanics*, 6(2), 187-198.
- Orloff, H., Sumida, B., Chow, J., Habibi, L., Fujino, A., & Kramer, B.(2008). Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomechanics*, 7(2), 238-247.
- Putnam, C. A.(1983). *Interaction between segments during a kicking motion*. In Matsui H.K.K. (Eds.), *Biomechanics VIII-B*, 688-694. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.