

축구 인사이드 페널티킥 동작 시 목표변화에 따른 하지분절의 운동학적 분석

소재무¹ · 김재정² · 박혜림² · 강성선²

¹건국대학교 사범대학 체육교육과, ²건국대학교 대학원 체육학과

Kinematic Analysis of Lower Limb during Inside Penalty Kick toward Different Targets in Soccer

Jae-Moo So¹ · Jai-Jeong Kim² · Hye-Lim Park² · Sung-Sun Kang²

¹Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea

²Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, Korea

Received 7 May 2013; Received in revised form 6 June 2013; Accepted 19 June 2013

ABSTRACT

The purpose of this study was to provide data to increase the success rate of penalty kicks through quantifying the shape of skilled kicks by performing a kinematic analysis on the change of movement during the kicking phase which the goalkeeper uses as a vital clue. Three high definition video cameras (GR-HD1KR, JVC, Japan) were used for the study and 18 reflective markers were attached to the body joints. Corners of the goal, difficult for goalkeepers to block, were set as aims and 1 m by 1.2 m targets were installed. Each subject had five sets of kicks at random, and the analysis was done on the movements that hit the target. Time, speed of the right lower limb's center of mass, joint angle, and angular velocity were chosen as factors and the results of the analysis showed statistical significance. The player taking a penalty kick should train to avoid leaning one's body towards the kicking direction and change the angle of the right foot right before the impact to decide the direction of the ball. The goalkeeper can increase the save success rate by studying the angle of the kicker's body and the right foot as well as the timing of the kick.

Keywords : Kinematic analysis, Inside penalty kick

I. 서 론

현대축구의 승패는 페널티킥 기술에 의해서 많이 결정된다. 2012년 런던올림픽에서 한국축구는 축구종주국 영국을 상대로 페널티킥 승부로 14강에 오르는 성적을 거두었다. 이처럼 축구경기에서 페널티킥은 승부를 결정짓는 매우 중요한 기술이 되었다. 국제축구연맹(Federation Inter-

nationale de Football Association [Fifa])에서는 선수들의 부상 방지와 공격적인 플레이를 유도하기 위해 반칙에 대해서 엄격한 규칙을 적용 하고 있어 페널티 에어리어 내에서 반칙을 범해서 얻게 되는 페널티킥의 중요성이 증가하고 있다(Lim, 2001).

페널티킥은 정해진 거리(11 m)와 골키퍼와 일대일로 마주하는 독특한 상황에서 실시된다. 따라서 골대를 통과하는 순간 볼의 속도와 방향이 매우 중요한 요인이 될 것으로 생각된다. 대부분의 축구 선수들은 페널티킥을 할 때 인사이드 킥 또는 인스텝 킥을 사용하지만 더 안정적이고 원하는 방향으로 볼을 보낼 수 있는 인사이드 킥을 선호한다. 각 킥을 할 때에는 도움닫기 방식이나 디딤발의 위치, 그리고 신체의 자세 변화가 있으며, 이러한 요인에 의

이 논문은 교내연구비로 수행된 연구임.
Corresponding Author: Jae-Moo So
Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea
Tel : +82-2-450-3828 / Fax : +82-2-453-3266
E-mail: human@konkuk.ac.kr

해서 공의 속도와 방향이 결정된다(Lim, 2001).

운동역학적 관점에서 축구경기의 슈팅동작은 하지관절의 연속적인 동작으로 발생하는 운동량을 발을 통하여 볼에 전달하게 되고, 슈팅 시 각 신체분절들이 분절순서 원리대로 적절하게 동작이 이루어지고 협응동작이 잘 이루어질 때 최대의 효과를 얻을 수 있는 효율적인 슈팅을 하게 된다(Jin, Choi, & Shin, 1999).

페널티킥 동작에 대한 운동역학적 선행연구를 살펴보면 키키의 자세변인(디딤발의 위치, 각도, 골반의 각도변화), 볼 릴리즈 시 볼 속도 등을 보고했으며(Lim, 2001, Lim & Yoon, 2002), 키키의 종류에 따른 운동역학적 연구보고(Oh & Kim, 1998, Jin et al., 1999, Yoon, 2000, Shin 2005)가 있었다. 페널티킥의 기술적인 측면에서는 접근방향과 볼 속도와 관계(Plagenhoef, 1971), 슈팅과정의 무게 중심 변화(Wickstrom, 1977), 지지발의 역할과 접근형태에 관한 연구(Stoner & Ben-sira, 1981), 페널티킥 시 왼 오른발의 차이(Miller, L. S. & Miller, S. E., 1996)에 대한 연구가 이루어 졌다.

그리고 하지분절의 속도는 숙련자 집단의 속도 전이가 대퇴분절에서 하퇴분절로, 하퇴분절에서 발 분절로 효과적으로 이루어지는 분절의 운동 계열이 뚜렷하게 나타나나, 비숙련자 집단의 경우는 하퇴분절에서 발 분절로의 속도 전이가 효과적으로 이루어지지 않아 임팩트 시 발의 최종 속도가 숙련자에 비해 작게 나타났으며 무릎관절 각도가 숙련자가 비숙련자보다 크게 나타나 이것이 큰 토크를 내게 하는 원인임을 보고하였다(Beak, 2002). 또한 Shin (2005), Lim 과 Yoon(2002)은 키키 시 디딤발의 각도변화는 목표지점으로 향하는 공의 위치를 결정지을 수 있다고 결론을 지었다.

이러한 선행연구의 결과들은 축구를 지도하고 있는 지도자들에게 단편적인 경험에서 벗어나 과학적인 근거를 토대로 경기력과 운동기능의 즉각적인 향상에 조금 더 빠르게 기인 할 수 있는 단서가 된다.

그러나 축구 키키에 관한 운동학적, 운동역학적 분석은 지속적으로 연구되고 있지만 페널티킥의 연구는 승부에 크게 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인임에도 많은 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 인사이드로 페널티킥을 좌·우, 고·저 방향으로 목표를 달리했을 때 하지분절의 역학적 특성을 규명한 3차원 분석에 대한 자료는 많지 않다. 만약 페널티킥 시 자세변화로 공의 방향을 예측 할 수 있다면 골키퍼에게 골을 막을 수 있는 단서를 줄 수 있다.

따라서 본 연구는 인사이드 페널티킥의 목표변화에 따른 슈팅 시 3차원 운동학적 분석을 통하여 숙련된 키키의 형태를 정량화하고, 골키퍼가 중요한 단서로 이용하는 디딤발 착지 및 임팩트 시점에서 하지분절의 움직임 특성차이를 분석하여 안정되고 정확한 골 성공률을 높이기 위한

자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상은 오른발 키키를 사용하는 K대학교 축구 선수 4명으로 하였고, 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 실험 장비

본 실험에서는 축구 페널티 키키의 3차원 동작분석을 위하여 고해상도 비디오카메라(GR-HD1KR, JVC, Japan) 3대를 사용하였으며 촬영 속도는 초당 60 Hz, 셔터 속도는 1/1000 sec로 설정하였다.

3. 실험 절차

슈팅 동작을 촬영하기 위하여 서울 소재 K대학교 내 운동장에 3대의 비디오 카메라를 설치하였고, 실험에 들어가기 전에 피험자들을 대상으로 충분히 준비운동을 시켰으며 복장은 신체에 붙는 반바지만 착용하게 하였다. 그리고 인사이드 페널티킥은 발 안쪽에 닿는 면적이 넓어서 가장 안정적이고 정확한 키키라는 점을 충분히 설명한 뒤 모든 키키를 인사이드로 할 것을 요구하였다. 분석 시 디지털타이핑을 정확하게 하기 위해 관절에 18개의 반사마커를 부착하였고, 목표지점은 페널티킥 시 골키퍼가 막기 어려운 골대의 모서리 네 곳에 가로 1 m, 세로 1.2 m의 표적(T1, T2, T3, T4)을 설치하였다(Figure 1). 연구대상별로 키키 동작을 각각 5회씩 랜덤 방식으로 실시하도록 하였으며, 그 중 목표에 명중한 동작을 선별하였다.

4. 자료분석

운동학적 변인들의 값을 산출하기 위하여 Kwon3d XP 윈도우 동작분석 프로그램을 사용하였고 분석 이벤트는 볼에 접근하는 어프로치(AP), 원발 착지(LD), 임팩트(IP), 팔로우스루(FT)로 나누었으며, 이벤트 사이를 구간으로 설정하였다(Figure 2). 피험자에 의해 골대 네 곳 모서리

Table 1. Characteristic of the subjects

	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (years)
M	22.00	178	77.33	10.25
SD	4.00	9.27	14.26	3.30

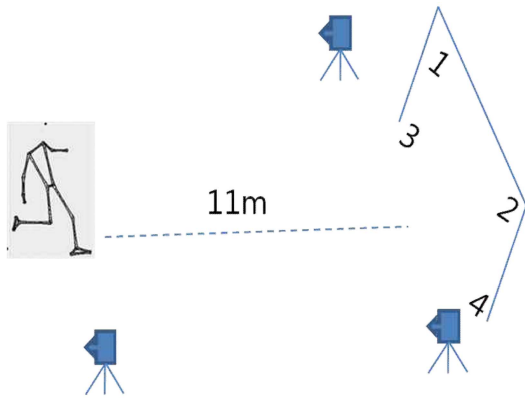


Figure 1. Experimental equipments

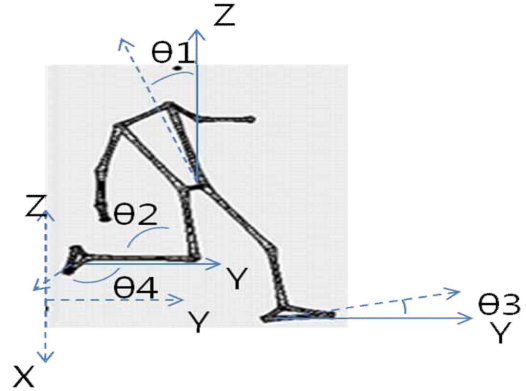


Figure 3. Angle of segment

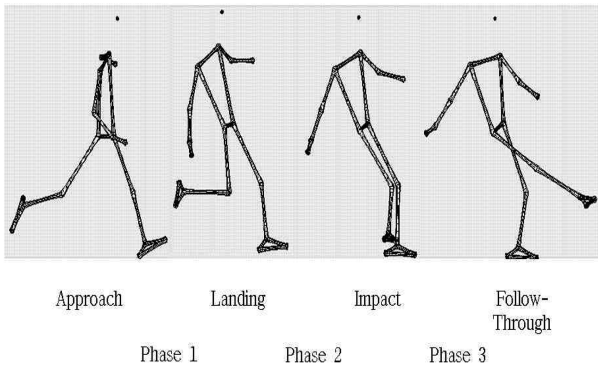


Figure 2. Phases and events

로 인사이드 킥된 동작의 운동학적 변인들의 차이를 규명하고자 일원변량분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며 사후분석은 contrast를 사용하여 목표 설정 변화에 따라 하지 변화 조건 사이의 연계적 유의성을 검증하였다. 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였으며 SPSS 18.0 프로그램을 사용하였다.

5. 각도정의 및 산출방법

- 1) 몸통 기울임 각(Trunk Angle, θ_1): 몸통과 Z축이 이루는 각도
 - 2) 우측 무릎 각(Right Knee Angle, θ_2): 우측 대퇴와 종아리와 이루는 각도
 - 3) 왼발 각(Left Foot, θ_3): 왼발 뒤꿈치와 발끝을 연결한 벡터와 Y축이 이루는 각도
 - 4) 오른발 각(Right Foot, θ_4): 오른발 뒤꿈치와 발끝을 연결한 벡터와 Y축이 이루는 각도
- 각을 이루는 벡터를 $A(A_x, A_y, A_z)$, $B(B_x, B_y, B_z)$ 라고 할 때, 각 분절의 각을 다음과 같은 식으로 계산하여 산출하였고 이를 1차 미분하여 각속도를 구하였다 (Figure 3).

Table 2. Temporal parameters (Unit: s)

		T 1	T 2	T 3	T 4
Phase 1	M	0.13	0.12	0.12	0.12
	SD	0.02	0.01	0.01	0.01
Phase 2	M	0.05	0.10*	0.07	0.07
	SD	0.01	0.03	0.02	0.02
Phase 3	M	0.07	0.11	0.10	0.10
	SD	0.01	0.03	0.02	0.02

* $p < .05$

$$\theta = \arccos \left[\frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \cdot \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}} \right]$$

III. 결 과

1. 구간별 시간 변화

구간별 시간 변화는 어프로치에서 팔로우 스루까지 사이의 구간에서 시간 변화를 나타낸 것이다(Table 2). Phase 2 구간에서는 T2의 시간변인이 T1에 비해 통계적으로 유의하게 증가되었다(Table 2).

2. 우측 하지분절 질량중심의 선속도 변화

<Table 3, 4, 5>는 공을 차는 다리인 우측 대퇴, 하퇴, 발 분절의 질량중심의 속도를 X, Y, Z축에 대해 각 각 나타낸 것이다.

1) 우측 대퇴분절 질량중심 속도

LD 시점에서 T2가 다른 타겟보다 X축 선속도가 통계적

Table 3. Velocity of right thigh CM (unit: m/s)

		T1	T2	T3	T4	
AP	X	M	1.50	2.96	-0.01	1.82
		SD	1.08	0.61	1.00	0.69
	Y	M	3.16	3.61	3.86	3.51
		SD	0.63	0.62	0.31	0.44
	Z	M	-0.39	-0.05	-0.41	-0.12
		SD	0.30	0.18	0.06	0.60
LD	X	M	0.65	2.50*	0.35 ^a	1.68 ^a
		SD	0.60	0.28	0.47	0.18
	Y	M	4.51	3.75*	4.78	4.64
		SD	0.99	0.17	0.12	0.43
	Z	M	0.17	-0.04	0.20	0.09
		SD	0.02	0.38	0.08	0.20
IP	X	M	-0.54	0.10	-0.87	0.69
		SD	0.26	0.53	0.60	0.79
	Y	M	2.85 ^a	2.44*	3.57	3.74 ^a
		SD	0.11	0.42	0.21	0.28
	Z	M	0.51 ^a	0.66*	0.04* ^a	0.19
		SD	0.18	0.07	0.11	0.20
FT	X	M	-0.19	-0.09	-0.27	0.28
		SD	0.49	0.27	0.40	0.17
	Y	M	2.39	1.77	3.45	2.84
		SD	0.21	0.45	0.44	0.42
	Z	M	1.10	1.09	0.01	0.04
		SD	0.59	0.40	0.47	0.06

Note. *significant difference between T2 and the others, ^asignificant difference among T1, T3 and T4. **p*<.05

으로 유의하게 증가 하였으며 Y축으로는 감소하였다. 그리고 LD 시점에서 타겟의 위치와 관계없이 Y축 선속도가 최대를 나타냈다. IP 시점에서 T1, T3가 다른 타겟보다 X축 선속도가 음의 값을 나타냈으나 통계적으로 차이는 없었고 T2에서는 Y축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였다. 또한 T2에서는 Z축 선속도가 통계적으로 유의하게 증가 하였다(Table 3).

2) 우측 하퇴분절 질량중심 속도

AP 시점에서 T2가 다른 타겟보다 Y축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 감소되었다. LD 시점에서 T2가 다른 타겟 보다 X축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였고 Y축 선속도가 타겟에 관계없이 최대를 나타냈다. IP 시점에서 T3가 다른 타겟보다 X축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였으며 T2에서는 Y축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였다. 또한 T2에서는 Z축 선속도가 통계적

Table 4. Velocity of right shank CM (unit: m/s)

		T1	T2	T3	T4	
AP	X	M	0.51 ^a	0.21	-1.04 ^a	0.89
		SD	1.49	2.50	0.72	0.76
	Y	M	2.61	0.41*	3.49	2.94
		SD	0.13	1.35	0.19	0.19
	Z	M	2.24	2.50	1.78	2.09
		SD	0.11	0.15	0.12	0.29
LD	X	M	3.80 ^a	5.41	1.86* ^a	3.70
		SD	0.13	1.02	0.38	0.15
	Y	M	9.08	7.41	8.95	7.72
		SD	0.42	2.01	0.19	0.16
	Z	M	-1.59	-0.93	-1.31	-1.17
		SD	0.10	0.29	0.44	0.35
IP	X	M	0.60 ^a	2.06	-0.77*	2.76 ^a
		SD	0.19	0.81	0.16	0.40
	Y	M	8.20	6.97*	7.82	8.47
		SD	0.19	1.80	0.58	0.34
	Z	M	0.44 ^a	1.19* [§]	-0.13 [§]	-0.57 ^a
		SD	0.22	0.53	0.05	0.37
FT	X	M	-2.64	-1.80	-1.60	-0.77
		SD	0.19	0.60	0.77	0.16
	Y	M	3.17	3.42	3.02	3.71
		SD	0.76	0.58	0.64	0.92
	Z	M	2.53 ^a	2.97	-0.01 ^a	-0.03
		SD	1.04	0.56	1.00	0.01

Note. *significant difference between T2 and the others, ^asignificant difference among T1, T3 and T4. **p*<.05

으로 유의하게 증가하였다(Table 4).

3) 우측 발분절 질량중심 속도

LD 시점에서 T2가 Y축에서 감소하였고 T3에서는 다른 타겟보다 X축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였다. IP 시점에서 T2가 다른 타겟보다 Y축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였고, 타겟의 위치와 관계없이 Y축 선속도가 시점 중에서 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 T2에서는 Z축 선속도가 통계적으로 유의하게 증가하였다 (Table 5).

3. 시점별 신체 각도 변화

LD 시점에서 T1과 T2가 T3와 T4보다 Trunk angle가 크게 나왔으나 통계적으로 차이는 없었다. LD, IP, FW 시점에서 T2가 다른 타겟보다 Right foot 각이 통계적으로

Table 5. Velocity of right foot CM (Unit: m/s)

			T1	T2	T3	T4
AP	X	M	-1.42	-0.20	-2.88	1.30
		SD	0.55	1.07	1.39	1.07
	Y	M	2.60	1.29	0.65	1.47
		SD	1.20	1.06	2.95	0.21
	Z	M	6.73	6.28	7.00	5.77
		SD	1.55	1.14	1.33	0.60
LD	X	M	7.18	6.87	3.53*	5.50
		SD	0.60	2.11	2.25	0.25
	Y	M	11.55 ^a	7.24*	11.19	8.90 ^a
		SD	1.18	2.66	0.90	0.86
	Z	M	-4.96	-2.92	-3.84	-4.24
		SD	0.11	1.83	0.64	0.19
IP	X	M	3.51	5.53	0.87*	6.14
		SD	0.56	1.06	1.79	0.49
	Y	M	14.08	11.57*	13.10	12.50
		SD	0.73	1.10	1.04	1.16
	Z	M	-0.53	0.29*	-1.27	-2.22
		SD	0.18	1.31	0.54	0.55
FT	X	M	-4.17	-3.21	-3.03	-1.62
		SD	0.29	0.34	1.26	0.56
	Y	M	4.27 ^a	4.43	1.93 ^a	4.19
		SD	1.24	0.56	1.25	2.02
	Z	M	3.71 ^a	4.48	-0.74	-0.12 ^a
		SD	0.96	0.44	1.75	0.03

Note. *significant difference between T2 and the others, ^asignificant difference among T1, T3 and T4. * $p < .05$

유의하게 증가 하였다. T4에서도 T1과 T3보다 Right foot 각이 크게 나왔으나 통계적으로 차이는 없었다(Table 6).

4. 시점별 우측하지 각속도 변화

AP 시점에서 T2가 다른 타겟보다 Right knee 각속도가 통계적으로 유의하게 증가 되었다. LD 시점에서 T1과 T3가 T2와 T4보다 Right foot 각속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였다(Table 7).

IV. 논 의

시간변인을 살펴보면 Phase 2 구간에서는 T2의 시간변인이 T1에 비해 통계적으로 유의하게 증가되었다. Chae 등 (2010)은 킥 시 불안정한 자세가 유발되면 강한 킥보다는 정확성을 높이기 위해 준비 시간을 증가시킬 수 있다

Table 6. Angle of segment (Unit: deg)

			T1	T2	T3	T4
AP	Trunk	M	9.24	6.73	8.95	7.53
		SD	3.19	3.25	3.88	1.15
	R.Knee	M	152.59	148.07	152.33	161.28
		SD	9.41	12.64	2.79	8.50
	L.Foot	M	25.43	28.40	23.60	22.27
		SD	1.27	9.41	10.15	2.32
R.Foot	M	95.42	99.18	93.28	85.99	
	SD	10.79	13.66	19.34	2.11	
LD	Trunk	M	17.93	17.46	9.20	12.89
		SD	1.53	2.62	2.37	1.28
	R.Knee	M	89.55	81.51	88.75	87.94
		SD	6.37	9.22	3.31	3.19
	L.Foot	M	5.79 ^a	14.31	12.16	10.42 ^a
		SD	1.33	11.14	2.63	3.55
R.Foot	M	106.59	118.44*	92.63	108.74	
	SD	8.48	6.65	7.99	20.48	
IP	Trunk	M	11.67	13.67	5.37*	11.48
		SD	1.53	1.50	2.13	0.84
	R.Knee	M	135.37	135.96	134.13	124.39
		SD	3.05	4.58	5.67	5.84
	L.Foot	M	3.24 ^a	9.69	13.07	16.59 ^a
		SD	1.68	10.39	5.17	1.97
R.Foot	M	81.53	102.29*	77.60	100.75	
	SD	2.80	4.59	5.30	8.14	
FT	Trunk	M	7.79	14.87	10.30	14.29
		SD	2.07	5.23	1.87	3.61
	R.Knee	M	177.56	170.26	169.70	169.62
		SD	1.09	2.40	4.58	5.28
	L.Foot	M	6.46 ^a	24.25	35.80	36.49 ^a
		SD	3.36	1.70	22.89	13.74
R.Foot	M	80.00	109.26*	62.70	98.08	
	SD	0.43	1.88	23.91	3.60	

Note.: Trunk angle: counterclockwise from the Z-axis(+), Left/Right foot angle: clockwise from the Y-axis(+), *significant difference between T2 and the others, ^asignificant difference among T1, T3 and T4. * $p < .05$

고 하였다. 따라서 인사이드로 페널티 킥 하기 어려운 지점인 T2에 볼을 정확히 보내기 위해 Phase 2 구간의 시간을 증가시킨 것으로 생각되어진다.

우측 하지분절 질량중심의 X, Y축 선속도 결과를 보면 타겟의 위치와 관계없이 대퇴, 하퇴, 발분절의 순서로 최대 속도가 발생되고 있으며 Y축의 속도가 가장 크게 나타내어 모든 분절의 속도에 영향을 주고 있는 것으로 나타

Table 7. Angular velocity of lower right limbs (Unit: deg/s)

		T1	T2	T3	T4	
AP	R.Knee	M	-776.63	30.12*	-632.13	-688.46
		SD	40.76	594.95	86.91	205.20
	R.Foot	M	680.75	583.86	850.97	790.21
		SD	16.63	196.34	265.70	300.52
LD	R.Knee	M	327.94 ^a	140.26	407.49	163.46 ^a
		SD	142.08	380.47	130.65	171.69
	R.Foot	M	-698.46 ^{*a}	-157.21	-501.94*	-343.64 ^a
		SD	77.28	323.07	61.34	25.97
IP	R.Knee	M	1100.59	969.75	951.34	953.54
		SD	71.57	12.84	101.59	58.28
	R.Foot	M	-185.70 ^a	52.73	-103.64	88.96 ^a
		SD	105.91	14.71	59.52	221.89
FT	R.Knee	M	-61.30 ^a	-152.44	-287.72	-193.23 ^a
		SD	56.91	134.64	69.94	80.58
	R.Foot	M	-262.36	-651.27	-492.67	-481.11
		SD	99.95	466.32	153.00	39.94

Note. *significant difference between T2 and the others, ^asignificant difference among T1, T3 and T4. * $p < .05$

나고 있다. 이는 타격순간 끝 분절인 발의 속도를 최대로 증가시키기 위해 대퇴, 하퇴 분절의 순으로 최대속도 후 감속시키는 체적동작의 형태를 나타낸다는 Hong 과 Kang (1997)의 연구와 일치한다. 그리고 LD 시점에서 대퇴와 하퇴 분절의 속도가 IP시점에서는 발 분절의 속도가 가장 크게 나타났다. 이러한 결과로 LD 시점에서의 대퇴, 하퇴 분절의 속도가 임팩트 순간 발분절의 속도에 영향을 주는 요인으로 작용된다고 사료된다. 오른 발 질량중심의 선속도에서 LD, IP 시점에서 T2가 다른 타겟보다 Y축 방향의 선속도가 통계적으로 유의하게 감소되었다. 이는 Lim 과 Yoon (2002)의 연구에서 도움닫기 속도는 오른쪽 뜯공일 때 가장 느린 속도를 나타내며 도움닫기 속도를 달리하여 골키퍼의 타이밍을 어렵게 하는 동시에 정확성을 높여주는 것과 일치하는 결과이다.

관절각은 LD 시점에서 T1과 T2가 T3와 T4보다 Trunk 각이 크게 나왔으나 통계적으로 차이는 없었다. 이러한 결과는 디딤발 착지 시 몸통 전 후경각은 네 곳의 목표 모두 수직축에 대하여 뒤쪽으로 기울어 졌으며, 왼 땅볼로 킥을 할 때 뒤쪽으로 가장 적게 기울이는 것으로 나타났다(Lim & Yoon, 2002)는 결과와 일치한다. 킥을 하는 선수는 차고자하는 방향에 관계없이 몸통각을 유지하여 킥을 할 수 있는 능력을 키우고, 골키퍼의 측면에서는 킥을 하는 선수의 몸통을 주시하는 것이 골을 막아낼 확률을 높일 수 있을 것이라 사료된다. LD, IP, FT 시점에서 T2가

다른 타겟보다 Right foot 각이 통계적으로 유의하게 증가한 것은 T2 즉 오른 위쪽으로 킥 할 때 오른발의 각도를 시계방향으로 더 벌려서 킥의 방향을 결정하는 것으로 생각된다. 왼 발의 각은 LD와 IP에서 모두 Y 축과 시계방향 즉 오른쪽으로 향하고 있어 Lim & Yoon (2002)의 왼쪽으로 킥 할 때에는 왼발의 각도가 왼쪽으로 향하고 오른쪽으로 킥 할 때는 오른쪽으로 향한다는 연구결과와 상이하였다. 이는 피험자들이 페널티킥 시 골키퍼에게 디딤발의 방향으로 킥의 방향을 잃히지 않으려는 것으로 사료된다.

각속도의 경우 LD 시점에서 T1과 T3가 T2와 T4보다 Right foot 각속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였는데 이는 T1과 T3가 왼쪽에 위치하고 있어 왼발의 착지부터 오른발을 Y축의 시계반대방향으로 가속시켜 방향을 결정하는 것으로 생각되어진다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 목표변화에 따른 인사이드 페널티킥 시 골키퍼가 중요한 단서로 이용하는 슈팅동작 구간의 움직임 변화에 대한 운동학적 분석을 통해 숙련된 킥의 형태를 정량화하여 정확한 골 성공률을 높이기 위한 자료를 제공하는데 있다. 이에 본 연구의 결과는, Phase 2 구간에서는 T2의 시간변인이 T1에 비해 통계적으로 유의하게 증가되었다.

우측 하지분절 질량중심의 X, Y축 선속도 결과를 보면 타겟의 위치와 관계없이 대퇴, 하퇴, 발분절의 순서로 최대 속도가 발생되고 있으며 Y축의 속도가 가장 크게 나타나며 모든 분절의 속도에 영향을 주고 있는 것으로 나타나고 있다.

T1과 T2가 T3와 T4보다 Trunk angle각이 크게 나왔으나 통계적으로 차이는 없었다. 또한 LD 시점에서 T1과 T3가 T2와 T4보다 Right foot 각속도가 통계적으로 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였다. IP 시점에서 T3가 다른 타겟 보다 X축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였으며 T2에서는 Y축 선속도가 통계적으로 유의하게 감소하였고 T2에서는 Z축 선속도가 통계적으로 유의하게 증가하였다.

LD, IP, FT 시점에서 T2가 다른 타겟 보다 Right foot 각이 통계적으로 유의하게 증가 하였다. T4에서도 T1과 T3보다 Right foot 각이 크게 나왔으나 통계적으로 차이는 없었다.

이를 통해 인사이드 페널티킥 시 목표변화에 따라 시간변인, 하지질량중심 속도, 관절각 및 각속도에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 인사이드 페널티 킥을 하는 선수는 방향에 따라 몸통을 기울이지 말고 오른발의 각도를 최대한 임팩트 직전에 바꾸어 볼의 방향을 결정지을 수 있도

록 훈련하고 골키퍼는 킥하는 선수의 몸통의 각도와 오른 발의 각도 변화와 함께 슈팅 타이밍을 맞추면 골을 방어할 수 있는 확률을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Beak, S. G. (2002). A Kinematic Analysis of Instep Kick Motion in Soccer. Unpublished Master degree. Chonnam National University.
- Chae, W. S., Kang, N. J., Kim, J. W., Yun, C. J., Chae, S. D., Seok, C. H., Park, G. Y., & Lim, Y. T. (2010). The Effect of Upper Extremity Usage on Soccer Instep Kick Motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(1), 41-47.
- Cho, P. H. (2006). The Analysis of Transfer Angular Momentum on Lower Extremity during Placekicking in Soccer. *Korean Society of Leisure Sport*, 17(1), 423-430.
- Hong, K. H., & Kang, M. S. (1997). A Kinematic Analysis of the Instep Kick in Rugby Football. *The Korean Journal of Physical Education*, 36(2), 295-305.
- Jin, Y. W., Choi, J. Y., & Shin, J. M. (1999). Kinematic Comparison of Three Soccer Shooting Motion. *The Korean Journal of Physical Education*, 38(4), 537-547.
- Kim, Y. S. (2006). Comparative analysis of Electromyography of the Lower extremities according to the changes of angles of approach during instep shooting of soccer. *The Korean Journal of Physical Education*, 45(3), 623-632.
- Oh, J. W., & Kim, S. K. (1998). The Contribution of Low Limb Segments to Final Foot Velocity in Soccer Instep Kick. *Korean Journal of Physical Education*, 37(1), 203-211.
- Lim, B. O. (2001). Kinematic Analysis of Penalty Kick in Soccer. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 11(2), 133-145.
- Lim, B. O., & Yoon, J. M. (2002). Kinematic Analysis of Inside Penalty Kick in Soccer. *Korean Journal of Physical Education*, 41(4), 541-547.
- Miller, L. S., & Miller, S. E. (1996). Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing right and left-footed penalty kick. Perceptual and Motor Skills(Missoula, Mont.) 82(3 Part 1), pp.931-934.
- Plagenhoef, S. C. (1971). Pattern of Human Motion-a cinematographical analysis. Englewood cliffs: Prentice-Hall, inc.
- Shin, J. M. (2005). 3-D Kinematics Comparative Analysis of Penalty Kick between Novice and Expert Soccer Players. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(4), 13-24.
- Stoner, L. J., & Ben-Sira, D. (1981). Variation in movent patterns of professional soccer players when executing a long rang and a medium rang in-step soccer kick. In A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior. & A. Wit(Eds), *Biomechanics •1-B* (pp.337-342). Baltimore: University Park Press.
- Wickstrom, R. L. (1977). *Fundamental Motor Patterns*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Yoon, J. M. (2000). Sports Biomechanical Analysis on Kicks in Soccer. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 117-128.