

축구 인스텝 슈팅시 숙련자와 미숙련자의 지지발 지면반력과 족저압력 분석

김동섭¹ · 이중숙² · 장영민^{1, 3}

¹신라대학교 대학원 체육학부 · ²신라대학교 의생명과학대학 체육학부 · ³부산경제진흥원 중소기업 기술 융복합지원센터

Analysis of GRF & Plantar Foot Pressure of Stepping Foot on Skilled & Unskilled Player's in the Soccer Instep Shoot

Dong-Seop Kim¹ · Joong-Sook Lee² · Young-Min Jang^{1, 3}

¹Division of Physical Education, Graduate School of Silla University, Busan, Korea

²Division of Physical Education, College of Medical and Life Sciences Silla University, Busan, Korea

³Technology Convergence Support Center, Busan Economic Promotion Agency, Busan, Korea

Received 31 January 2012; Received in revised form 12 February 2012; Accepted 20 March 2012

ABSTRACT

This study is for providing fundamental data of sport biomechanics in GRF & plantar pressure of stepping foot of skilled & unskilled players' at the soccer instep shooting moments. Wearing Pedar-x of Novel, the study has drawn the following conclusion after measuring and analyzing the impact on the GRF and plantar pressure of stepping foot at the instep shooting moments. First, maximum vertical GRF showed higher in the skilled group than in the unskilled group. The results showed significantly different. This study reached the conclusion that the players in the skilled group performed faster and stronger stepping foot motions than the ones in the unskilled($p < .01$). Second, since the plantar pressure of the skilled group appeared significantly higher than that of the unskilled, it has brought us to the conclusion that the skilled group performed faster and stronger stepping foot motions than the unskilled group ($p < .05$). Third, at the moment of instep kicking, the skilled group's average maximum plantar foot pressure of stepping foot was higher than the unskilled. Though the difference was not statistically significant, it can be concluded that the skilled group performed faster and stronger stepping foot motions than the unskilled group ($p > .05$). Fourth, for the COP moving route of stepping foot while instep kicking, the skilled people performed accurate and strong shooting motions directly toward the target direction with stable postures, no matter how it's left, right, front or back.

Keywords : Soccer, Instep Shooting, Stepping Foot, Ground Reaction Force(GRF), Foot Pressure

I. 서 론

인체 내외에서 일어나는 운동의 원리를 이해하기 위해서 동작에 대한 심층적인 운동역학적 분석이 요구된다. 이러한 분석은 코치와 선수들에게는 효율적인 동작을 수행할 수 있게 하고

궁극적으로는 경기력 향상을 가져온다(Kim, 2005; Barfield, Kirkendall & Yu, 2002; Yoon, 1998). 특히 축구 경기에서 인스텝 킥은 그라운드에 있는 볼이나 바운드된 볼에도 효과적으로 사용할 수 있으며, 특히 슈팅, 프리킥, 롱 패스 등과 같은 여러 상황에서 매우 유용하게 사용할 수 있기 때문에 축구에서 인스텝 킥 동작에 대한 역학적 연구는 분명히 가치가 있다(So, 2010).

인스텝 킥에 관한 국내의 선행연구들에 의하면, 성공적인 킥 동작은 발의 스윙 속도, 임팩트 순간의 발의 견고성, 지지발의 위치, 지지 다리와 차는 다리의 각도 등이 중요하다고 기술했

Corresponding Author : Joong-Sook Lee
Division of Physical Education, College of Medical and Life Sciences
Silla University, Street 100 Gwaebup-dong, Sasang-gu, Busan, Korea
Tel:+82-51-999-5064 / Fax:+82-51-999-5576
E-mail : jslee@silla.ac.kr

다(Kang & Son, 2008). 그리고 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 좌·우측 방향의 지면반력 성분을 발생시키는 것으로 나타나 남녀 간의 해부학적 차이가 몸통 기울기 및 디딤 다리의 각도 차에 반영되는 것으로 확인되었다(Chae et al, 2010).

킥 연습에서 차치하면 차는 발에 주의가 쏠리기 쉬운데 유능한 축구 코치는 킥을 지도할 때, 차는 발보다 딛는 발을 중요시하고 있다. 그들은 '차는 발의 힘은 보통 차이가 없는데 딛는 발의 잘못에 따라 힘의 효율이 전혀 다르다'고 말하고 있다(Nunome et al, 2007). Cho, Kim 과 Choi(2006)는 여자축구 선수들을 대상으로 접근각도에 따른 인스텝 슈팅의 운동학적 변인을 분석하여 접근각도가 증가함에 따라 보폭 및 하지장이 증가하고 신체중심 이동 변위 및 하지 분절의 관절각에서 유의한 차이가 나타남을 보고하였다. Putnam(1983)은 축구 킥의 분절 상호 작용에 관한 연구에서 킥 동작의 초반부엔 대퇴 회전이 지배적인 반면 하퇴 회전은 거의 없지만, 점차 대퇴 회전은 줄어들고 하퇴의 회전이 증가한다고 기술했다. 이 외에도 축구의 킥에 관한 외국의 연구(Wong, Chamari, Mao, Wisloff & Hong, 2007; Orloff et al, 2008; Naito, Fukui & Maruyama, 2010; Mohammadttaghi, Osman & Yusof, 2010)는 상당히 많이 진행되어 오고 있다. Gongbing과 Westerhoff(2005)는 축구 인스텝 킥 시 신체 전체의 운동학적 특성과 연관된 변인이 킥에 미치는 영향을 조사한 실험에서 효과적인 상지의 사용이 차는 동작의 필수적 요인이며, 인스텝 킥 시 폭발적인 근육의 기여를 도모하여 보다 효과적인 킥의 상태를 만든다고 보고하였다. 그리고 지지발에 대한 선행연구를 살펴보면 Clagg, Warnock과 Thomas(2009)는 여자대학 축구선수들을 대상으로 축구 킥 동작 시 하지 관절의 운동역학적 분석을 실시한 결과 비우성(nom-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. 또한, 볼의 높이는 지지발의 위치에 의해 가장 많이 영향을 받는다고 보고하였으며, 어떤 형태의 킥에서든 효과적인 킥 동작을 수행하기 위해서는 근육의 수축과 지지발을 통해 전달되는 지면반력에 의해 결정된다고 주장했다. 그리고 축구의 토키 시 지면반력과 수학적 모델링에 의해서 산출된 힘이 평균 95% 이상 일치하였다고 하였다. 또한 풋볼의 펀트 킥 연구에서 지지발과 지면과의 접촉시간은 킥의 종류에 따라 다를 수 있으나, 공의 거리와 지면반력과는 반비례의 관계가 있다고 보고하였다(Ishii, Yanagiya, Naito, Katamoto & Maruyama, 2009).

킥하는 기술은 발의 어느 부분이 축구공을 차게 되는가와

그 킥이 어떤 역할을 하는가? 로 분류할 수 있다. 축구선수들이 어렸을 때부터 이와 같은 킥 기술을 습득하고 있음에도 불구하고 각종 축구경기에서 많은 기술적인 실수를 보이고 있다는 점은 아직도 킥의 기술이 안정되어 있지 않다는 것을 시사하고 있어 이에 대한 꾸준한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

이와 같이 축구에서는 가장 기초가 되는 킥 동작에 대한 연구가 주를 이루어왔다. 또한 그 결과에 대한 운동역학적 관점에서의 분석이 집중적으로 연구되어 왔으며, 축구경기에서 인스텝 슈팅 동작시 지지발의 위치와 차는 발의 몸자세를 중심으로 여러 변인들을 산출하여 제시하였지만 2차원 단일 평면상에서 동작이 이루어지는 것으로 간주하여 그 의미가 다소 제한적이었다. 또한, 또한 상지의 사용이 없을 경우 킥 이후에 작용을 하는 각운동량을 감소시키기 위해서 의식적으로 우측으로 몸통을 기울이는 것이라고 하였다.

그리고 족저압 중심의 전후 이동폭은 족저압 중심의 진행 정도를 반영하고, 족저압 중심의 좌우 이동폭은 내외측의 불안 정도를 반영하며, 기울기는 족저압 중심의 진행방향을 대변한다고 하였다(Kellis, Katis & Gissis, 2004). 그리고 압력중심(center of pressure : COP)은 수직 반발력 벡터의 한 점으로써 지면과 접촉하고 있는 모든 압력점의 무게 평균을 의미한다. 압력중심의 분포와 보행 시 압력중심의 이동은 지금까지 많은 연구들에서 균형능력과 연계시켜 설명해 왔다고 하였다(Kellis & Katis, 2007). 성공적인 킥을 수행하기 위한 요인으로 발의 스윙 속도, 임팩트 시 발의 견고성, 지지발의 위치, 지지발의 지면반력, 신체의 접근 속도 및 각도, 발의 사용부위 등을 들 수 있다(Kim, 2011). 하지만 지지발에 대한 선행연구는 최근에 활발히 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 축구경기에서 골과 직접적으로 연관되는 인스텝 킥을 보다 효율적으로 수행할 수 있는 방안을 모색하여 경기력 향상 및 킥 지도에 필요한 운동역학적인 기초자료를 제공할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 축구경기에서 통계적으로 사용빈도가 높은 인스텝 슈팅 시 숙련자와 미숙련자간의 지지발의 지면반력과 족저압력 그리고 신체중심 이동경로를 측정하여 인스텝 슈팅 동작시 지지발의 최대수직지면반력, 평균족저압력, 최대족저압력, 족저압력 중심이동경로에 대한 운동역학적인 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구를 위해 S대학의 남자대학생 20명을 연구대상자로 선정하였으며, 피험자 선정과정에서 축구전문가 3명(축구전공

교수 : 1명, 축구전공연구자 : 1명, 축구선수 : 1명)이 슈팅동작과 축구경력을 확인한 후 숙련자와 미숙련자로 구분하였으며, 특히 숙련자는 축구경력(동아리 선수활동)이 5년 이상 10명이었고, 미숙련자는 축구경력(동아리 선수활동)이 1년 미만 10명이었다. 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같이 숙련자의 경우 신장 174.1±4.81 cm, 몸무게 75.8±11.44 kg, 발 길이 252.1±0.57 mm, 평균연령 23.0±2.25 yrs이며, 미숙련자의 경우 신장 177.8±5.88 cm, 몸무게 69.8±3.58 kg, 발 길이 257.21±0.63 mm, 평균연령 24.0±1.41 yrs로 나타났다.

모든 연구대상자에게 실험 전에 본 연구에 대한 취지와 목적을 충분히 설명하고 피험자가 자발적으로 실험참가 동의서에 서명한 후 실험을 실시하였다.

Table 1. General characteristics of the subjects (M±SD)

Subjects	Height (cm)	Weight (kg)	Feet size (mm)	Age (yrs)
Expert	174.11±4.81	75.80±11.44	252.10±0.57	23.0±2.25
Beginner	177.80±5.88	69.82±3.58	257.21±0.63	24.0±1.41

2. 실험장비

본 연구를 위해 연구대상의 신체적 특성은 JAWON사의 X-SCAN PLUS II System으로 측정하였으며, 지지발의 수직지면 반력, 평균족저압력, 최대족저압력, 족저압력 중심이동경로 등은 Novel사의 Pedar-x System을 사용하여 측정하였다.

실험 측정장비는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experimental measurement equipments

Measuring Tools	Model	Purpose	Quantity	Makers
Inbody Measurement	X-Scan PLUS II	Physical characterization	1	JAWON
Foot pressure measuring device	pedar-x	Plantar pressure measurements	2	Novel

3. 실험방법

1) 실험과정

본 연구는 축구 인스텝 슈팅 시 숙련자·미숙련자 간의 지지발의 수직지면반력, 평균족저압력, 최대족저압력, 족저압력 중심이동경로를 측정하기 위하여 충분한 준비운동을 실시한 후 20 m의 타겟을 맞추는 연습을 충분히 시킨 후 실험을 실시하였다. 실험과정은 <Table 3>과 같다.

Table 3. Experimental Process

Item	Contents	Note
Warming-up	1. Stretching and Gymnastics 2. Shooting(10times)	
Target setup	Shooting distance 20m	1.5m × 2m
Shooting point display	Shooting point display (Using the tape)	
Experiment Division	Installed with in 5m	
Tool wear	1. Belts 2. My shoe insole Sensor Insert	Left : W.1267L Right : W.1254R
Shooting	Shooting(10times)	Select 3

2) 측정방법

본 연구에서는 숙련자와 미숙련자간에 축구 인스텝 슈팅 시 지지발의 족저압력 측정을 위해 아래와 같이 측정도구를 피험자에게 착용시켜 순서에 맞게 실험을 실시하였다.

- (1) 본 연구의 피험자들에게 실험에 관한 내용과 상황을 상세하게 설명하였다.
- (2) 미숙련자 집단의 인스텝 슈팅 순서에 맞추어 피험자에게 블루투스 족저압 측정장비가 부착된 벨트를 착용시키고 운동화에 삽입형 족저압 인솔(insole) 센서(좌 : W.1267L, 우 : W.1254R)를 삽입한 후 Pedar-x System을 실험 전에 측정시스템의 정상적인 작동을 확인하기 위해 캘리브레이션 실시하였다.
- (3) Pedar-x System 착용 시 연습 슈팅 동작을 5회 이상 실시하게 하였으며 피험자가 불편함이 없는지 확인 후 실험을 실시하였다.
- (4) 실험 상황을 동일하게 통제하기 위하여 피험자와 볼과의 거리와 방향은 동일하게 2.5m하고 3스텝으로 제한하였다.
- (5) Pedar-x System의 준비상황을 확인한 후 피험자에게 신호를 보내어 슈팅을 실시하게 하였다.
- (6) 피험자 개인당 슈팅은 10회씩 실시하게 하였다.
- (7) 피험자의 슈팅 1회 간격은 15초 내외로 하였다.

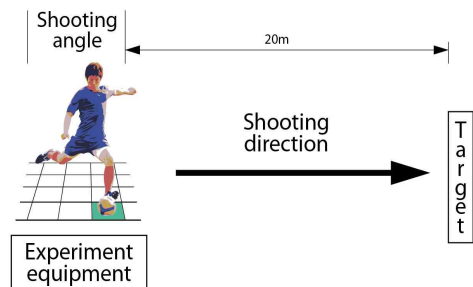


Figure 1. Experimental Setup

4. 자료 처리

본 연구의 자료처리 방법은 축구전문가 3명(축구전공교수 : 1명, 축구전공연구자 : 1명, 축구선수 : 1명)이 피험자 개인당 실시한 슈팅수 10회 중 가장 이상적인 동작으로 수행되었다고 판단된 3회를 표본자료로 선택하여 SPSS 17.0 통계 프로그램을 이용하여 각 변인의 평균값(M)과 표준편차(S.D)를 산출하였으며, 숙련자집단과 미숙련자집단간의 지지발의 수직지면반력, 평균족저압력, 최대족저압력 등의 차이에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 독립표본 t-검정(Independent Sample t-test)을 실시하였다. 모든 통계적 분석을 위한 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

5인스텝 슈팅 시 숙련자와 미숙련자 집단 간의 최대 수직지면반력은 <Table 4>와 같았다.

축구 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대 수직지면반력 결과를 살펴보면 숙련자 집단은 2171.21 ± 366.03 N, 미숙련자 집단은 1521.24 ± 412.30 N으로 숙련자 집단의 지면반력이 미숙련자 집단의 지면반력 보다 높게 나타났다. 두 집단간에 지지발 지면반력 차이를 알아보기 위하여 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($t_{12}=3.119, p<.01$).

Table 4. Max GRF of the stepping foot at instep shooting (unit: N)

Item	M±SD	t	df	p
Expert	2171.21±366.03	3.119	12	.009
Beginner	1521.24±412.30			

2. 인스텝 슈팅 시 지지발의 평균족저압력

축구 인스텝 슈팅 시 숙련자 및 미숙련자 집단 간에 지지발의 평균족저압력 결과를 살펴보면 숙련자 집단은 200.87 ± 28.21 kPa, 미숙련자 집단은 158.64 ± 33.30 kPa로 숙련자 집단의 평균족저압력이 미숙련자 집단의 평균족저압력 보다 높게 나타났으며, 집단간에 지지발의 평균족저압력 차이를 알아보기 위하여 t-검정 분석 결과 <Table 5>와 같이 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 나타났다($t_{12}=2.560, p<.05$).

3. 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력

축구 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력 결과를 살펴보면 숙련자 집단은 547.86 ± 79.72 kPa, 미숙련자 집단은 481.43 ± 142.98

kPa로 숙련자 집단의 최대족저압력이 미숙련자 집단의 최대족저압력 보다 높게 나타났으나 집단간에 지지발 최대족저압력 차이를 알아보기 위한 t-검정 분석 결과 <Table 6>과 같이 통계적으로 유의한 차이는 없었다($t_{12}=1.074, p>.05$).

Table 5. Mean of plantar foot pressure of the stepping foot (unit: kPa)

Item	M±SD	t	df	p
Expert	200.87±28.21	2.560	12	.025
Beginner	158.64±33.30			

Table 6. Max of plantar foot pressure of the stepping foot (unit: kPa)

Item	M±SD	t	df	p
Expert	547.86±79.72	1.074	12	.304
Beginner	481.43±142.98			

4. 인스텝 슈팅 시 지지발의 족저압력 중심이동경로

인스텝 슈팅 시에 숙련자<Figure 2>와 미숙련자<Figure 3>간에 전·후방향의 족저압력 중심이동경로는 두집단 모두 후족착지형으로 발뒤꿈치에서부터 착지를 시작하여 발끝으로 이지는 형태로 나타났으며 숙련자의 경우 전·후방향의 족저압력 중심이동경로는 착지시부터 이지시까지 안정적으로 유지한 것으로 나타났으나 미숙련자의 경우 전·후방향의 족저압력 중심이동 경로를 유지하지 못하고 불안정하게 이탈한 것으로 나타났다.

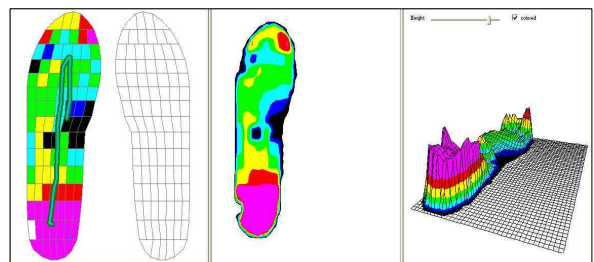


Figure 2. Plantar foot pressure line of the stepping foot of Expert

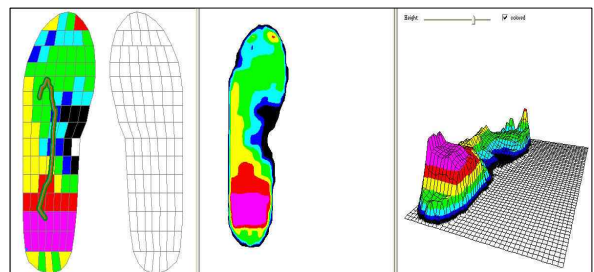


Figure 3. Plantar foot pressure line of the stepping foot of Beginner

좌·우방향의 족저압력 중심이동경로는 숙련자의 경우 좌·우방향의 족저압력 중심이동경로는 착지시부터 이질시까지 안정적으로 유지한 것으로 나타났으나 미숙련자의 경우 좌·우방향의 족저압력 중심이동경로가 불안정하게 이탈한 것으로 나타났다.

IV. 논 의

본 연구에서는 인스텝 슈팅 동작시 지지발의 최대지면반력, 평균족저압력, 최대족저압력 그리고 족저압력 중심이동경로를 숙련자와 미숙련자간의 차이를 분석하여 운동역학적인 기초자료를 제공하고자 하였다.

1. 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대 수직지면반력

일반적으로 킥 동작시 지지발이 지면을 딛는 경우 보행 및 달리기 동작에서의 지지발이 착지하는 동작과 유사한 것으로 볼 수 있지만 지면의 공을 차기 위한 지지발로서의 기능이 더 많이 요구된다는 점에서 보행이나 달리기 동작시 착지발의 동작과는 구별된다. 그러나 보행 및 달리기 동작시 착지발에서 나타나는 일반적인 패턴, 즉 한 발이 지면에 접촉할 때의 지지기는 발이 지면과의 접촉시간 동안 신체의 압력중심이 인체의 중심선 보다 뒤에 있는 제동기와 앞쪽에 있는 추진기로 구분되는 것(Kim, 2005)과 유사한 것으로 분석되었다. 본 연구결과에서는 축구 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대 수직지면반력 결과를 살펴보면 숙련자 집단은 2171.21 ± 366.03 N, 미숙련자 집단은 1521.24 ± 412.30 N으로 숙련자 집단의 지면반력이 미숙련자 집단의 지면반력 보다 높게 나타났다. 즉 이러한 결과는 킥 동작시 지지발의 최대수직지면반력이 숙련자 집단의 지면반력이 미숙련자 집단의 지면반력 보다 높게 나타란 것은 보행이나 달리기 동작 시 이동속도의 증가에 따른 착지발의 지면반력 요인과 유사한 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 슈팅동작을 수행하기 위한 4스텝 동작시 숙련자가 미숙련자보다 빠른 동작으로 슈팅동작을 수행했으며 마지막 지지발의 강력하고 안정적인 착지동작을 수행한 결과라고 분석되었다. 이러한 결과를 선행연구결과와 비교 분석해보면 초등학교 축구선수들의 목표 설정별 킥 동작시 최대지면반력 분석결과 최대수직지면반력은 강한 킥 시 평균 1210.58 ± 259.05 N, 강하고 정확한 킥 시 평균 1126.33 ± 221.02 N, 정확한 킥 시 평균 924.53 ± 121.44 N 순으로 나타났으며(Kim, Lee, Kim, Kwon & Kim, 2003), 대학 축구선수들의 목표설정별 킥 동작시의 지면반력 분석결과에 의하면 최대수직지면반력은 강한 킥 시에 평균 1705.20 ± 325.90 N, 강하고 정확한 킥 시는 평균 1699.90 ± 317.88 N, 정확한 킥 시는 평균 1666.30 ± 261.54 N

순으로 강하게 찰수록 크게 나타났다(Kim, 2006). 또한 Orloff et al(2008)는 축구 인스텝 킥 시 남녀 대학 축구선수들을 대상으로 지지발의 위치에 대한 유의한 성별 차이는 없다고 하였다. 이것은 본 연구결과와 최대수직지면반력 값과 선행연구결과와 최대수직지면반력 값을 비교해 보았을 때, 본 연구결과와 최대수직지면반력 값이 Jung(2002) 과 Kim(2003)의 연구결과 값 보다 현저히 높은 것으로 나타났었는데, 이것은 초등학교와 대학생들의 체중 차이에 따른 것으로 분석되었다. 그리고 숙련 정도가 낮고 인스텝 슈팅동작이 미숙한 미숙련자 집단의 최대수직지면반력 값이 Kim(2011)과 Kim & Jung(2006)의 연구결과보다 높게 측정된 요인은 실험에 참가한 연구대상들의 평균 체중이 더 높았기 때문에 체중 차이가 지면반력 측정값에 영향을 미친 것으로 분석되었다. 축구의 킥 시 지면반력과 수학적 모델링에 의해서 산출된 힘이 평균 95% 이상 일치하였다고 하였고, 풋볼의 펀트 킥 연구에서 지지발과 지면과의 접촉시간은 킥의 종류에 따라 다를 수 있으나, 공의 거리와 지면반력과는 반비례의 관계가 있다고 보고하였다(Ishii, Yanagiya, Naito, Katamoto 과 Maruyama, 2009). 이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 인스텝 킥 동작시 지지발의 최대수직지면반력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데 이러한 원인은 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 안정적이면서도 자신감 있는 지지발의 착지동작을 수행한 결과라고 판단된다.

2. 인스텝 슈팅 시 지지발의 평균족저압력

족저압력분석은 보행분석실에서 이루어지는 운동역학적 분석방법 중의 하나로, 족저압 자료는 근육격계, 외피계, 신경계와 관련된 질환들을 관리하는데 치료사들에게 유용한 정보를 제공한다(Orlin 과 Mcpoil, 2000). 하지만, 인스텝 슈팅 시 디딤발의 평균족저압력 측정에 관한 선행연구결과가 없었으므로 본 연구의 인스텝 슈팅 시 지지발의 평균족저압력에 대한 자료를 제시하는데 의의를 두고자 한다. 다만 축구 인스텝 슈팅이 아닌 비슷한 동작인 방향전환에 따른 족저압력 분석결과와 비교하였을 때 Kim(2005)은 갑작스런 보행 방향 전환시 힘판(force plate)에서의 최고 힘 값이 증가하였다는 연구와 유사하였다.

본 연구결과 축구 인스텝 슈팅 시 숙련자 및 미숙련자 집단 간에 지지발의 평균족저압력의 경우 숙련자 집단은 200.87 ± 28.21 kPa, 미숙련자 집단은 158.64 ± 33.30 kPa로 숙련자 집단의 평균족저압력이 미숙련자 집단의 평균족저압력 보다 높게 나타났다. 이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 인스텝 킥 동작시 지지발의 평균족저압력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데 이러한 결과는 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 강한 지지발의 스텝동작을 수행한 결과라고 판단된다.

3. 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력

선행연구결과에서는 압력중심은 수직력에 의한 모멘트의 합이 0이 되는 곳이며 작용점(point of application)의 위치와 같은 의미이다. 수평면의 작용점은 수직력의 힘백터가 시작되는 압력분포판 위의 한 지점이다. 그러나 발바닥이 지면과 접촉할 때 힘이 발바닥 전체에 작용하기 때문에 한 지점이라고 할 수 없으므로 압력중심이라고 부른다(Cornwall 과 McPoil, 2000).

인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력에 관한 선행연구결과도 평균족저압력과 마찬가지로 없었으므로 본 연구의 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력에 대한 자료를 제시하는데 의의를 두고자 한다. 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력은 숙련자와 미숙련자를 비교한 결과 평균족저압력과 유사한 결과를 나타낸 것으로 분석되었다.

본 연구결과 축구 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력 결과를 살펴보면 숙련자 집단은 547.86 ± 79.72 kPa, 미숙련자 집단은 481.43 ± 142.98 kPa로 숙련자 집단의 최대족저압력이 미숙련자 집단의 최대족저압력 보다 높게 나타났다.

본 연구결과와 동일한 선행연구결과는 없었으나 이와 유사한 선행연구결과에서는 고령자와 청장년층의 발바닥 압력분포에 따른 보행패턴을 분석한 결과 청장년층보다 고령자의 보행 형태가 부적절하며, 최대족저압력이 낮게 나타났다(Lee et al, 2011; Schlicht et al, 2001). 또한 Lee(2005)의 연구결과에서도 이와 유사한 것으로 나타났다고 보고했는데 이와 같은 연구결과와 정성적인 표현을 정량화 할 수 없지만 이러한 결과를 유추해 볼 때 고령자보다 청장년층의 활동이 역동적이므로 최대족저압력이 높게 나타났을 것으로 분석된다.

이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 인스텝 킥 동작시 지지발의 최대족저압력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데 이러한 결과는 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 강한 지지발의 스텝동작을 수행한 결과라고 판단된다.

4. 인스텝 슈팅 시 지지발의 족저압력 중심이동경로

본 연구결과 인스텝 슈팅 시 숙련자의 경우 지지발의 전·후 방향 족저압력 중심이동경로는 <Figure 2>와 같이 착지시부터 이지지까지 신체중심 이동방향과 유사하게 길고 안정적인 패턴을 유지한 것으로 분석되었으나 미숙련자의 경우 지지발의 전·후방향의 족저압력 중심이동경로는 <Figure 3>과 같이 신체중심 이동방향과 유사하게 길게 유지하지 못하고 짧고 불안정한 패턴을 나타낸 것으로 분석되었다. 지지발의 좌·우방향의 족저압력 중심이동경로도 숙련자의 경우 <Figure 2>와 같이 좌·우 방향의 족저압력 중심이동경로는 착지시부터 이지지까지 안정적으로 유지한 것으로 나타났으나 미숙련자의 경우 <Figure 3>

과 같이 좌·우방향의 족저압력 중심이동경로가 불안정한 패턴을 나타낸 것으로 분석되었다. 이러한 본 연구결과는 인스텝 슈팅 시 지지발의 최대족저압력이 낮음으로 인해 디딤발을 착지하는 순간 중심축으로서의 역할 수행이 효과적으로 이루어지지 않아 중심이동이 불안정하게 나타난 것으로 분석되었다.

Kellis, Katis 과 Gissis(2004)의 선행연구결과에서는 압력중심(COP)은 수직 반발력 백터의 한 점으로써 지면과 접촉하고 있는 모든 압력점의 무게 평균을 의미한다고 발표했고, Shinkai, Nunome, Ikegami, Sano 과 Isokawa(2007)의 연구결과 압력중심의 분포와 보행 시 족저압력중심의 이동은 균형능력과 연계시켜 족저압력중심의 전후 이동폭은 족저압력 중심의 진행 정도를 반영하고, 족저압력 중심의 좌우 이동폭은 내외측의 불안정성을 반영하며, 기울기는 족저압 중심의 진행방향을 대변한다고 발표하였으며, 고령자와 청장년층의 발바닥 압력분포에 따른 보행패턴을 분석한 결과 청장년층보다 고령자의 보행형태가 부적절하며, 최대족저압력이 낮게 나타났다(Lee, Kim, Yoo, Kim, Lee Park, Chung, 과 Park, 2011; Schlicht et al, 2001). 또한 Lee(2005)의 연구결과에서도 이와 유사한 것으로 나타났다고 보고했는데 이와 같은 연구결과를 유추해 볼 때 청장년층이 고령자보다 적절한 족저압력분포를 나타냈다는 것은 균형능력과 연계시켜 족저압력중심의 전후 이동폭은 족저압력 중심의 진행 정도를 반영하고, 족저압력 중심의 좌우 이동폭은 내외측의 불안정성을 반영하며, 기울기는 족저압 중심의 진행방향을 대변한다는 발표와 유사한 것으로 분석할 수 있으므로 이와같은 선행연구결과들은 본 연구결과와 유사한 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 인스텝 킥 동작시 지지발의 족저압력 중심이동경로는 좌·우·전·후 방향 모두 숙련자는 안정적인 이동 패턴을 나타냈으나 미숙련자의 경우 좌·우·전·후 방향 모두 불안정한 족저압력 중심이동 패턴을 나타냈는데 이러한 결과는 미숙련자의 경우 안정적이지 못하고 좌우로 많이 흔들려 정확하고 강한 킥을 수행하지 못하였으며, 숙련자의 경우 좌우 흔들림 없이 목표방향으로 정확하게 킥 동작을 수행한 것으로 분석되었다.

V. 결 론

본 연구는 인스텝 슈팅 시 숙련자와 미숙련자간의 지지발의 지면반력과 족저압력 그리고 신체중심이동경로 등에 대한 운동역학적인 기초자료를 제공하는데 목적이 있다. 피험자는 S대학의 남자대학생 20명을 선정하였으며, 축구경력 5년 이상인 숙련자 집단 10명과 축구경력이 1년 미만인 미숙련자 집단 10명으로 구성하여 Novel사의 Pedar-x를 사용하여 인스텝 슈팅시

임팩트 순간 지지발의 지면반력과 족저압력을 측정·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 최대수직지면반력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데, 이러한 결과는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 강한 지지발의 스텝동작을 수행한 결과라고 판단된다($p < .01$).

둘째, 평균족저압력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데, 이러한 결과는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 강한 지지발의 스텝동작을 수행한 결과라고 판단된다($p < .05$).

셋째, 인스텝 킥 동작시 지지발의 최대족저압력은 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 높게 나타났는데, 이러한 결과는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 빠르고 강한 지지발의 스텝동작을 수행한 결과라고 판단된다($p > .05$).

넷째, 인스텝 킥 동작시 지지발의 족저압력 중심이동경로는 좌·우·전·후 방향 모두 숙련자는 안정적인 동작으로 흔들림 없이 목표방향으로 정확하고 강력한 슈팅 동작을 수행했으나 미숙련자의 경우 좌·우·전·후 모든 방향으로 불안정하여 정확하고 강력한 슈팅 동작을 수행하지 못한 것으로 분석되었다.

참고문헌

- Barfield, W. R., Kirkendall, D. T., & Yu, B.(2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 72-79.
- Chae, W. S., Kang, N. J., Kim, J. W., Yun, C., J., Chae, S. D., Seok, C. H., Park, G. Y., Lim, T. T.(2010). The effect of upper extremity usage on the soccer instep kick motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(1), 41-47.
- Cho, K. K., Kim, Y. S., & Choi, G. S.(2006). The kinematic analysis on the instep shooting motion of female high school soccer players according to the angles of approach. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 16(2), 153-163.
- Clagg, S. E., Wamock, A., & Thomas, J.(2009). Kinetic analyses of maximal effort soccer kicks in female collegiate athletes. *Sports Biomechanics*, 8(2), 141-153.
- Cornwall, M. W., & McPoil, T. G.(2000). Velocity of the center of pressure during walking. *Journal of The American Podiatric Medical Association*, 89(6), 278-291.
- 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.
- Ishii, H., Yanagiya, T., Naito, H., Katamoto, S., & Maruyama, T.(2009). Numerical study of ball behavior in side-foot soccer kick based on impact dynamic theory. *Journal of Biomechanics*, 42(16), 2712-2720.
- Isokawa, M., & Lees, A.(1988). *A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer*. Science and Football: Proceedings of the First World Congress of Science and Football, 449-455.
- Jordet, G., Hartman, E., Sigmundstad, E.(2009). Temporal links to performing under pressure in international soccer penalty shootouts. *Psychology of Sport and Exercise*, 10, 621-627.
- Jung, Y. M.(2002). *(An) Analysis of ground reaction force on aims by kick motion in soccer*. Unpublished Master's Thesis. The Graduate School of Incheon University.
- Kang, S., & Son, W. I.(2008). Analysis of the movement and anatomical angular motion of the joints of the lower extremities in soccer instep kick. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(1), 1-10.
- Kellis, E., & Katis, A.(2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 154-165.
- Kim, D. S.(2011). *Comparison of pressure on the bottom of a Stepping Foot at Instep shooting*. Unpublished Master's Thesis, Silla University.
- Kim, E. H., Lee, Y. Y., Kim, S. S., Kwon, M. S., & Kim, S. H.(2003). The kinematical analysis of the over head kick in soccer. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(1), 155-171.
- Kim H. C.(2003). *An analysis of ground reaction forces in accordance with three different types of kick motions of elementary school soccer players*. Unpublished Master's Thesis. The Graduate School of Incheon University.
- Kim K. W.(2005). A differences in ground reaction forces of supporting foot in kick motion of high school soccer players in accordance with performance aim. *Korea Sport Research*, 16(6), 101-112.
- Kim K. W., & Jung, Y. W.(2006). A biomechanical analysis of instep-kick motion for different goals. *Korea Sport Research*, 17(1), 135-144.

- Lee, K. D., Kim, D. W., Yoo., J. H., Kim, K. H., Lee, T. Y., Park, K. S., Chung, G., S., & Park, S. B.(2011). Comparative analysis on gait patterns of the elderly and the young regarding to foot pressure, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(1), 67-75.
- Mohammadtaghi, A. K., Osman N. A. A., Yusof, A.(2010). Kinematics analysis : Number of trials necessary to achieve performance stability during soccer instep kicking. *Journal of Human Kinetics*, 23, 15-19.
- Naito, K., Fukui, Y., Maruyama.(2010). Multijoint kinetic chain analysis of knee extension during the soccer instep kick. *Human Movement Science*. 29, 259-276.
- Nunome, H., Georgakis, A., Shinkai, H., Suito, H., Tsujimoto, N., & Ikegami, (2007). Impact phase kinematics of side-foot and instep soccer kick. *Journal of Biomechanics*, 40(2), 214.
- Orlin, M. N., & McPoil, T. G (2000). Plantar pressure assessment. *Physical Therapy*, 80(4), 339-409.
- 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. *Biomechanics*, 8(2), 688-694.
- Schlicht, J., Camaione, D. N., & Owen S. V.(2001). Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *Journal of Gerontology*, 56, 282-286.
- Strojnik, V., & Komi, P. V.(1998). Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 84(1), 344-350.
- Yoon, J. M.(1998). Sports kinematical analysis on shooting in soccer. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 8(2), 203-217.
- Yoon, J. M.(2000). Sports biomechanical analysis on kicks in soccer. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 117-128.
- Wong, P. L., Chamari, K., Chaouachi, A., Wisloff, D. W., Hong, Y.(2007). Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 84-92.