

스터드 차이에 따른 축구화의 운동역학적 변인 비교

진영완¹

¹동의대학교 예술체육대학 운동처방재활학과

Biomechanical Analysis of Soccer Shoes According to the Difference of Stud

Young-Wan Jin¹

¹Department of Prescription and Rehabilitation, College of Exercise Science, Dong-Eui University, Busan Korea

Received 10 November 2014 Received in revised form 26 November 2014 Accepted 1 December 2014

ABSTRACT

The purposes of this study were to reveal the kinematic and kinetic difference of hard ground soccer shoe, firm ground soccer shoe and soft ground soccer shoe. Soccer players were shoes of varying stud designs with some preferring the bladed studs while others opting for the conventional studded stud. Statistics were used one way-ANOVA and Tukey's Honestly Significant Difference Method. Seven healthy college soccer players were attended a test. All parameters were recorded using the Zebris system. Spatio-temporal variables were no significant difference. Lateral symmetry was statistically significant differences ($p < .05$). Vertical GRF parameters were no significant difference. Medial midfoot pressure, lateral midfoot pressure and central forefoot pressure were statistically significant differences ($p < .05$). This study demonstrates that playing surface significantly affects difference soccer shoes during soccer game. Furthermore, epidemiological investigation is warranted to determine the effects of playing surfaces on sport specific injury mechanisms.

Keywords : Soccer Shoe Stud, Foot Pressure, Vertical Grf

I. 서 론

지난 브라질 월드컵의 뜨거운 이슈중 하나는 양말처럼 생긴 독특한 축구화의 등장이었다. 투박한 가죽이 아닌 특수 실로 짠 니트 소재 축구화는 걸모양 때문에 멀리서 보면 양말만 신고 운동장을 달리는 것처럼 보였다.

마치 신체의 일부인 것처럼 느껴지는 축구화가 제품의 콘셉트였다. 이와 더불어 축구화 기술 경쟁은 최근 밑창부분에서 갑피로 옮겨왔지만 스텐드의 모양과 소재도 진화를 거듭하고 있다. 딱딱한 바닥용은 발목이 빠거나 접질릴 경우를 막기 위해 10 mm의 짧은 스텐드를 쓰고 고강도

합성고무 소재를 많이 쓴다. 강수량이 적은 잔디 운동장의 경우에는 딱딱한 땅에 맞도록 8 mm 스텐드를 쓴다. 땅이 무른 잔디 운동장에는 미끄러짐을 막기 위해 깊게 박힐 수 있는 13-16 mm 길이의 마그네슘·알루미늄 재질 스텐드를 쓴다. 풋살구장 등 인조잔디나 맨땅용 축구화의 스텐드는 아주 작은 원형과 일자형으로 되어있다. 다른 축구화에 비해 발의 피로도가 낮지만 젖은 운동장에서는 미끄러질 수 있는 단점이 있다. 위와 같이 축구화는 계속된 진화를 거듭해 왔다(Chosunilbo, 2014). 이러한 축구화 발전의 중요한 원인은 선수의 기능향상과 부상예방이다. 그 목적을 위하여 과학적인 연구가 진행되었다(Rodano, Cova, & Vigano, 1988). 그 중에 하나가 '어떻게 하면 신발을 통하여 인체에 작용하는 충격을 감소시킬 수 있는가' 하는 것이었다. 달리기를 할 때 인체에 미치는 지면반력은 체중의 2-3배가 되는데 이를 감소하기 위해서 신발 바닥면의 재질과 발의 압력분포에 대한 연구가 수행되었다. 스포츠 경기에서 우승을 하기 위해서는 오직 연습만이 기록향상에 기

이 논문은 2014년 동의대학교 교내연구비에 의해 연구되었음(2014AA249).
Corresponding Author: Young-Wan Jin
Department of Prescription and Rehabilitation, College of Exercise Science, Dong-Eui University, Busan Korea
Tel : +82-51-890-2511/ Fax : +82-51-890-2643
E-mail : ywjn@deu.ac.kr

여하던 시절도 있었다. 그러나 이제는 인간의 노력에다가 스포츠과학이 결합되어 보다 나은 기록을 만드는 시대가 되었다(Lee, 2002). 축구경기 규정에 축구화를 꼭 신어야 한다는 규정은 없지만 축구는 딱딱한 공을 발로 차고, 축구화를 신으면 다른 신발에 비해 발을 더욱 보호 할 수 있고 그리고 축구화 밑의 스테드는 경기장에서 미끄러지지 않고 기능을 충분히 발휘하여 경기력을 향상시키고 부상을 방지하는 절대적인 도구이다(Lee, 2002). 이러한 스테드는 축구경기 특성상 순간적인 출발과 급정지, 방향전환 그리고 킥 할 때 신발이 지면에 미끄러지지 않는 것이 경기의 승패에 중요한 영향을 미친다. 신발과 지면과의 역학을 고려해서 만든 스테드의 역할은 중요 할 수 밖에 없다. 스테드가 경기력을 크게 향상시킨 것은 사실이다. 그러나 선수의 몸무게가 신발 아래의 스테드로 집중되면서 경기 후엔 발바닥이 온통 물집으로 뒤덮히는 경우도 자주 일어난다. 그 점을 보완한 요즘의 축구화는 신발 밑창에다 알루미늄 등으로 만들어진 압력 분산판을 넣는다. 또 둥근 모양의 스테드 대신에 길쭉한 모양의 스테드를 개발함으로써 압력을 분산시키기도 하고 순간적 출발, 방향전환을 보다 쉽게 하게 만들었다. 새로운 축구화가 개발되면서 슈팅된 축구공의 속도와 회전력이 향상되어 축구선수뿐 아니라 관중의 즐거움도 더욱 향상 되었다. 각각 선수의 취향에 따라 결정되는데, 상대방 공격수의 움직임에 대응해야 하는 수비수는 방향 전환과 순간적인 동작을 취하면서 몸의 중심 이동이 심하기 때문에 축구화 스테드 숫자가 적은(6-8개) 축구화를 선택한다. 공격수는 정교한 동작과 스피드가 요구되므로 스테드 숫자가 많은(10-13개) 축구화를 선택하는 것이 유리하다. 축구화의 초기연구에서 Reilly와 Thomas (1976)는 프로팀의 움직임 거리 연구에서 수비수는 한 경기당 평균 걷기는 2150 m (24.7%), 조깅은 3187 m (36.8%), 어슬렁 어슬렁 걷기(cruising)은 1810 m (20.8%), 전속력 달리기(sprinting)는 974 m (11.2%) 그리고 뒤로 걷거나 달리는 559 m (6.5%)였다고 밝혔다. Withers, Marcicic, Wasilewski와 Kelly (1982)은 호주 프로축구팀의 공격수 움직임 거리 연구에서 걷기는 3026 m (27.0%), 조깅은 5139 m (45.8%), 어슬렁 어슬렁 걷기는 1506 m (13.4), 전속력 달리는 666 m (5.9%) 그리고 뒤로 걷거나 달리는 874 m (7.9%) 였다고 밝혔다. 위의 연구에서와 같이 수비수와 공격수의 움직임은 많은 차이를 보이고 있다. Gordon (1987)는 축구와 과학이라는 연구에서 인조잔디에서 주로 착용하는 축구화 스테드 연구에서 스테드 숫자의 차이 따라 수직지면반력(Fz)과 수평지면반력(Fx, Fy)은 많은 차이를 보였다고 보고 하였다. Rodano, Cova와 Viganò (1989)는 축구화 디자인의 이론적 접근과 실험적 접근의 연구에서 스테드 숫자 차이에 따라 신발 안쪽에서 발의 움직임은 많은 차이를 보였다고 보

고 하였으며 차후에 신발 안쪽의 발의 움직임을 연구해야 하는 당위성을 설명하였다. 여러 학자들은 축구와 상해에 대한 연구들을 하였는데 Muckle (1981)은 축구종목은 측면으로 움직임이 많아서 어떤 다른 스포츠와 비교해서 무릎과 발목의 부상이 많다고 보고 하였다. DeHaven과 Lintner (1986)은 미식축구는 충돌이 많기 때문에 다른 종목과 비교해서 하지의 부상이 가장 많다고 설명하였다. Torg와 Ouedenfela (1974)는 축구화와 잔디의 종류에 따라서 마찰력이 다르기 때문에 부상방지를 위해서 잔디의 종류에 따라 알맞은 신발을 착용해야 한다고 강조하였다. Valiant (1987)는 인조잔디의 지면반력 연구에서 마른 인조잔디, 젖은 인조잔디 그리고 고무칩이 들어간 인조 잔디와의 비교 연구에서 마른 잔디와 축구화의 접촉시에 가장 큰 수직지면반력이 나타났다고 보고 하였다. 이와 같이 많은 연구자들이 축구화와 잔디의 종류, 축구화 아웃솔의 종류 등을 상해와 연관지어 연구하였다. 하지만 축구화 스테드의 종류 차이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 아웃솔의 재질강도가 다르고 스테드의 높이가 다르게 제작된 축구화를 대상으로 운동학적 및 운동역학적 연구를 하여 비교분석하여 축구화의 올바른 정보를 얻고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상자는 하지의 질병이 없고 일주일에 1회이상 축구에 참가하는 키 175±3.51 cm, 몸무게 75±5.49 kg, 신발 사이즈 270 mm를 착용하고 주로 오른발을 사용하는 남자 대학생 7명으로 하였다..

2. 실험장비 및 축구화 종류

Zebris Medical GmbH FDM-T System (Germany)모델의 Zebris Emed sensor platform 으로서 벨트아래 족저압과 지면반력을 동시에 측정 할 수 있는 장비와 Pedar insole system (Groupmask Evaluation, Novel, Germany)을 사용 하여 운동학적변인과 운동역학적변인으로 족저압과 지면반력을 측정하였다(Figure 1).

축구화의 종류는 <Table 1>과 같다. 물기가 많은 운동장이나 무른 운동장에 주로 착용하는 SG (soft ground)용 축구화는 마그네슘 특수합금 소재를 사용하여 12 mm정도의 높이로 앞쪽에 4-6개 뒤쪽에 2개 스테드를 신는다. 일반적인 잔디에서 주로 착용하는 FG (firm ground)용 축구화는 10 mm 정도 높이의 스테드로 대부분 12개로 구성되어 있으며 특수 가공되어 잘 닳지 않는 플라스틱이나 고무재질을 주로 사용하여 만든다. 맨땅 운동장이나 인조

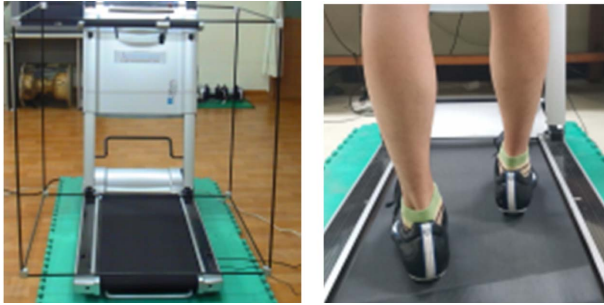


Figure 1. Experimental setup

잔디에서 착용하는 HG (hard ground)용 축구화는 8 mm 정도의 높이로 스테드의 개수는 14개 이상으로 만들어져 있으며 특수 가공되어 잘 닳지 않는 플라스틱 재질을 사용한다.

3. 실험 절차

Van Gool (1987)은 엘리트 대학선수들(19-23세)의 움직임을 여러 경기를 통하여 연구하였는데 실제경기에서 축구동작은 일반적으로 다음과 같은 다섯 종류의 움직임이 있다고 정리하였다. 서있는 동작(standing still) 0-1.3 m/sec, 걷기동작(walking) 1.3-2.04 m/sec, 조깅동작(jogging) 2.04-4.89 m/sec, 빠르게 달리기동작 (cruising) 4.89-6.93 m/sec 그리고 전속력으로 달리기(sprinting) 6.93-8.15 m/sec로 구분하였다. 여기서 조깅동작과 빠르게 달리기 동작의 구간에 있는 4.89 m/sec가 약 60%를 차지한다고 보고하였다. 실험순서를 정하여 순서대로 실험에 앞서 사전 20분간의 충분한 워밍업 후에 위의 연구를 참조하여 3가지 축구화를 교대로 각각 착용한 후 Zebris 시스템을 4.89 m/sec에 맞춰 놓고 달리기 동작을 실시하여 3분 지난 시점에서 본 연구에 합당한 자료를 선택하였다. 보폭(stride)의 정의는 오른쪽 발뒷꿈치가 닿는 순간부터 떨어져서 다음 닿는 순간까지를 말하며, 스텝(step)의 정의는 오른쪽 발뒷꿈치가 닿는 순간부터 오른쪽 발가락이 떨어지는 순간으로 정의하여 데이터를 정리하였다. Zebris system의 바닥은 고무 판으로 약간의 쿠션이 있으며 마찰력은 인조잔디구장의 기계적마찰계수(mechanical COF, 0.25 μ)와 비슷한 조건이었다. 축구화 바닥 세종류의 압력분포 비교는 Pedar insole 방



Figure 2. Regions of interest at the foot were masked to the size of the Pedar insole. The regions consisted of the following: M1 medial heel, M2 lateral heel, M3 medial mid-foot, M4 lateral midfoot, M5 medial forefoot, M6 central forefoot, M7 lateral forefoot, M8 hallux and M9 lesser toes.

법을 사용하여 9개 영역으로 나누어 비교하였다(Figure 2).

4. 통계처리

스테드 차이에 따른 축구화의 운동학적 및 운동역학적 변인 비교를 하기 위하여 SPSS 20.0 (IBM, USA) 소프트웨어를 사용하여 일원변량분석(one way-ANOVA)을 실시하였다. 변량분석의 사후검정(Post-hoc test)은 Tukey's Honestly significant difference의 방법을 사용하였다. 이때 유의수준은 $\alpha=.05$ 를 설정하였다.

III. 결 과

1. 시·공간적 변인

세 종류의 축구화를 통한 시·공간적 변인분석 결과는 <Table 2>에 나타낸 것과 같다. 일원변량분석으로 알아 본 결과 왼쪽·오른쪽 한발씩의 길이(step length), 각각 한발씩의 시간(step time), 스탠스구간(stance phase), 스윙구간(swing phase), 보폭(stride length) 그리고 보폭시간(stride time)의 모든 변인에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 하지만 평균의 비교에서 SG용 신발 보다는 FG용 신발이 FG용 신발 보다는 HG용 신발에서 크게 나타났다. 왼쪽 발과 오른쪽 발의 비교에서는 오른쪽 발에서 평균값들이 크게 나타났다.

Table 1. Kind of soccer shoes

Kind	Matter of outsole	Length of stud (mm)	Number of stud (No.)
SG (soft ground, natural grass)	alloy magnesium	12	4-6
FG (firm ground, synthetic turf)	rubber	10	12
HG (hard ground, synthetic turf)	plastic	8	up to 14

Table 2. Time-space parameters

Parameters		SG	FG	HG	F-value	p
Step length (cm)	left	52.2±2.14	54.1±3.21	54.1±1.54	0.69	0.957
	right	52.3±3.16	55.5±2.73	55.5±3.74	0.51	0.271
Step time (sec)	left	0.54±0.07	0.55±0.02	0.56±0.01	0.37	0.832
	right	0.54±0.02	0.56±0.01	0.56±0.08	0.42	0.921
Stance phase (%)	left	64.89±3.75	66.35±4.75	65.27±3.07	0.92	1.231
	right	65.25±2.05	65.83±3.12	65.78±2.79	0.51	0.759
Swing phase (%)	left	34.11±2.54	34.87±3.54	35.21±1.09	0.72	0.951
	right	34.45±1.78	34.94±3.88	35.62±1.29	0.32	0.792
Stride length (cm)		104.3±5.00	109.6±5.00	109.6±4.00	2.75	0.163
Stride time (sec)		1.08±0.05	1.10±0.03	1.10±0.07	0.57	0.217

*p<.05

Table 3. Butterfly parameters

Variables		SG	FG	HG	F-value	p
Gait line length (mm)	left	195±1.21	198±0.76	201±0.21	1.57	0.720
	right	197±0.79	200±0.35	201±0.17	0.78	0.921
Single support line (mm)	left	119±0.41	120±0.43	116±0.25	0.54	0.542
	right	118±0.55	117±0.25	118±0.02	0.72	0.213
Ant/post position (mm)		127±0.97	124±0.70	141±0.38	2.01	0.121
Lateral symmetry (mm)		-3.1±1.21	2±3.12	5±2.01	18.03	0.035*
Lateral variability (mm)		2±1.12	2±1.43	2±0.14	0.31	0.786

*p<.05

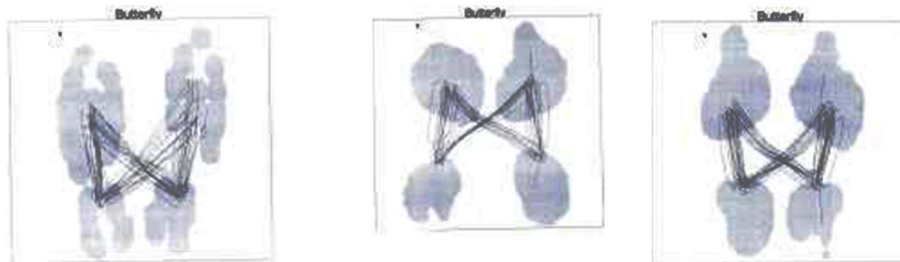


Figure 3. Butterfly pattern

2. 발바닥 중심이동의 변인

왼쪽과 오른쪽 발의 중심이동을 일원변량분석으로 알아본 결과 각각발의 중심이동길이(gait line length), 한쪽발지지 동안 중심이동 길이(single support line), 앞뒤쪽으로 움직이는 위치(ant/post position), 좌우대칭 변화(lateral symmetry) 그리고 측면변동성(lateral variability)의 차이는 <Table 3; Figure 3> 나타내었다. 중심이동길이, 한쪽발지지 동안 중심이동 길이의 변인들에서는 좌우측 신발 모두 통계적인 차이는 없었다. 앞뒤쪽으로 움직이는 위치 그리고 측면변동성(lateral variability)의 변인들에서는 세 종류

의 신발에서 통계적으로 차이는 나타나지 않았다. 하지만 좌우대칭 변화의 비교에서 세 종류의 신발에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 사후검정 결과 SG용 신발과 FG용 신발, SG용 신발과 HG용 신발에서 스타트 차이가 좌우대칭의 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3. 족저압 변인

오른발을 중심으로 발바닥을 9개 영역으로 나누어 발의 압력을 비교해 본 결과를<Table 4; Figure 4>에 나타내었

다. 표와 그림에 나타난 결과와 같이 세 종류의 신발에서 안쪽 중앙부위(M3), 바깥쪽 중앙부위(M4) 그리고 앞쪽 중앙부위(M6)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 ($p < .05$). 사후검정 결과 안쪽 중앙부위의 차이는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 바깥쪽 중앙부위는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 앞쪽 중앙부위는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 다른 6개 부위에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 평균의 비교에서 많은 차이를 보였다.

4. 수직지면반력 변인

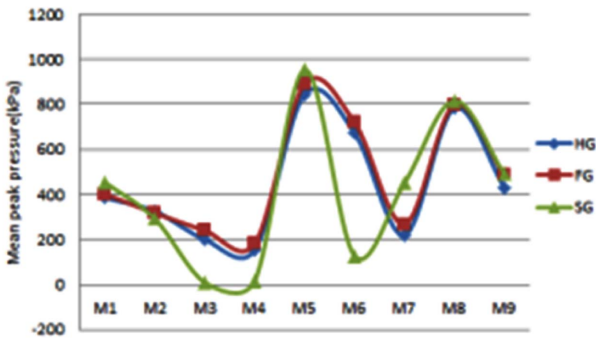


Figure 4. Mean peak pressure (kPa) for each foot region

Table 4. Mean peak pressure(kPa) for each foot region

Variables	SG	FG	HG	F-value	p
M1	386±41	402±27	454±35	2.45	0.781
M2	326±28	318±16	293±20	2.01	0.725
M3	201±15	241±23	10±11	20.22	0.042*
M4	154±21	182±14	17±15	18.89	0.038*
M5	845±57	892±61	953±55	1.72	0.682
M6	674±54	720±62	128±26	21.75	0.047*
M7	220±38	268±32	451±41	3.58	0.881
M8	782±72	797±37	817±64	1.84	0.624
M9	432±29	485±25	491±36	1.02	0.471

* $p < .05$

Table 5. Vertical GRF parameters

Variables	SG	FG	HG	F-value	p
First peak of left foot force (N)	1121±50	1007±24	997±38	2.78	1.132
Second peak of left foot force (N)	1102±35	992±32	983±29	3.42	1.025
First peak of right foot force (N)	1005±39	952±18	812±21	1.93	0.831
Second peak of right foot force (N)	997±51	936±22	808±33	1.49	0.774

* $p < .05$

수직지면반력 비교에서는 충격력(impact force)을 나타내는 첫 번째 피크에서 세 종류의 신발 모두 오른쪽 왼쪽에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 평균의 비교에서는 SG, FG, HG순으로 크게 나타났다. 능동적인 힘(active force)을 나타내는 두 번째 피크의 비교에서는 세종류의 신발 모두 오른발 왼발에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 평균의 비교에서는 SG, FG, HG 순으로 크게 나타났다(Table 5).

IV. 논 의

본 연구는 스타드의 차이 중에서도 아웃솔의 재질강도, 스타드의 높이 그리고 스타드의 개수가 다르게 제작된 축구화를 대상으로 운동학적 및 운동역학적 연구를 일원변량분석(one way-ANOVA)을 실시하여 비교분석 하였다. 세 종류의 축구화와 오른발, 왼발에서 시-공간적 변인은 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 평균의 비교에서 천연잔디용(SG)으로 제작된 축구화 보다 인조잔디용(HG)으로 제작된 축구화에서 모든 변인들의 값이 크게 나왔다. 이러한 결과를 고찰해 보면 본 실험에 사용된 Zebris 시스템의 기계적마찰계수는 일반적인 인조잔디와 비슷한 조건으로서 인조잔디용으로 만들어진 축구화의 스타드 높이가 낮고 개수가 많은 신발은 신고 달리는 것이 천연잔디용으로 만들어진 스타드가 높고 개수가 적은 신발을 신고 달리기하는 것 보다 편하다는 것을 알 수 있었다.

시공간적 변인들의 결과를 참조 해 보면 천연잔디용 신발은 약간의 무른 땅을 파고 드는 속성을 감안하면 본 실험 조건에서는 편안하고 자신 있는 달리기를 못한 것으로 해석된다. 그리하여 천연잔디용으로 제작된 신발을 인조잔디에서 착용하고 경기를 한다면 부상의 위험과 경기력 향상에 도움을 줄 수 없을 것으로 생각된다. Kevin 등(2006)은 천연잔디에서 경기와 인조잔디에서 경기 동안 축구화 속에서 발의 움직임 형태 비교분석에서 축구장의 종류에 따라 만들어진 축구화를 착용했을 때 발목의 부상을 줄이고 경기력을 극대화 할 수 있었다고 하였다. 또한 이들은 최근에 축구장, 럭비장, 미식축구장등이 인조잔디구장(12 out of 31, 38.7%)으로 많이 늘어나면서 더욱더 신발의 선택을 신중히 해야 한다고 지적하고 있다. Meyers

와 Barnhill (2004)은 미식축구와 축구 등의 종목들은 컷팅 동작, 뛰고 착지하는 동작 등이 많은 종목으로 더욱이 구장의 종류에 따라 알맞은 축구화를 착용하여야 부상을 방지 할 수 있다고 강조하였다.

발바닥 중심이동의 변인에서는 Zebris 시스템에서 달리는 동안 오른발과 왼발의 좌우밸런스를 알아보았다. 발바닥 중심이동길이는 세 종류 축구화 스타드 개수에 따라 다르게 나타났다. 천연잔디용으로 제작된 축구화는 스타드 높이가 높고 앞쪽에 4개 뒤쪽에 2개로 제작되어 스타드가 낮으며 20개 이상으로 제작된 축구화 보다 발바닥 중심이동길이가 작게 나왔다. 이러한 결과는 발이 착지하는 동안 인조잔디용의 축구화는 뒤꿈치부터 닿고 발바닥 중앙 그리고 발가락 끝으로 heel-toe 러닝을 충분히 하고 있는 반면 천연잔디용 축구화는 발가락 끝이 닿자마자 바로 떨어지는 동작을 하고 있었다. 달리는 동안 좌우 대칭변화에서는 세 종류의 신발에서 통계적으로 유의한 차이를 나타낸 것은 축구화의 높이가 높으면 좌우 움직임의 편차가 많은 것으로 나타났다. 천연잔디용의 축구화는 약간 땅을 파고 들어가는 현상을 감안 하면 본 연구는 인조잔디와 비슷한 환경에서 실험 하였으므로 좌우대칭의 편차가 심하게 나타난 것으로 생각된다. 달리기 동안에 좌우 대칭의 편차가 심하게 나타난다는 것은 발목의 움직임이 많다는 것으로 해석 할 수도 있어서 부상의 위험이 많다는 것을 나타낸 다고 볼 수 있다. Rodano 등 (1988)은 실험적 축구화 연구와 이론적 축구화 연구 비교에서 일반적으로 가볍게 달리는 동작과 공을 차서 빠르게 달리는 동작에서는 발바닥이 바깥쪽으로 회전하려는 성질이 강하고 좌우대칭의 변화도 심하다고 발표하였다. Valiant (1987)는 인조잔디용 축구화의 지면반력연구에서 대부분의 무릎 부상의 원인은 축구장 종류와 축구화의 불일치로 인한 큰 토크의 발생으로 일어난다고 보고 하였다. 이들은 또한 하지에서 일어나는 대부분의 부상은 발의 측면 움직임이 많을 때 빈번히 일어난다고 발표하였다. 본 연구에서 나타난 결과와 일치하는 것으로 생각된다.

족저압력을 분석하기 위하여 Kevin 등 (2006)이 연구한 방법을 사용하여 연구하였다. 이들은 Pedar insole 분석법을 사용하였는데 발바닥을 9개 영역으로 나누어 세 종류의 축구화 족저압력을 비교분석하였다. 통계적으로 안쪽 중앙부위(M3), 바깥쪽 중앙부위(M4) 그리고 앞쪽 중앙부위(M6)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 인조잔디용으로 제작된 축구화는 스타드의 개수가 앞-뒤쪽으로 많이 고르게 분포되어 있어서 족저압력이 9개 영역에서 고르게 나타난 반면에 천연잔디용 축구화는 6개의 스타드 부위에서 강하게 족저압력이 나타났다. 이러한 결과를 고찰 해 보면 천연잔디용의 축구화는 인조잔디에서 착용했을 때 발바닥의 특정부위에 많은 압력을 받을 것으로

생각되어 부상의 위험성이 많을 것으로 생각 된다. 앞서 언급된 발바닥 중심이동의 변인, 좌우밸런스 변인 등의 결과들과 일치하는 것으로 나타났다. Kevin 등 (2006)은 천연잔디와 인조잔디에서 빠르게 움직이는 좌우 컷팅 동작을 실험하여 알아본 결과 천연잔디에서는 쿠션닝 작용으로 족저압이 고르게 분포되어 나타난 반면 인조잔디에서는 컷팅동작시에 발바닥 앞쪽안쪽으로 족저압이 크게 나타났고 보고 하였다. 이러한 결과는 본 연구와 반대되는 결과로서 실험 조건의 차이로 생각된다. Nigg와 Segesser (1988)는 축구화와 축구장표면 사이의 마찰력 연구에서 마찰력이 크면 마찰력이 작은쪽 보다 발목과 무릎의 부상 빈도가 높게 나타났다고 보고하였다. 이들은 마찰력의 부위가 높은 쪽은 족저압이 높게 나타난다고 하였으며 족저압이 과도하게 나타나면 이것 또한 부상의 위험이 크다는 것을 나타낸 다고 하였다.

충격력을 나타내는 첫 번째 수직지면반력 피크는 세 종류의 비교에서 왼쪽 오른쪽 신발 모두 천연잔디용 축구화가 인조잔디용 축구화 보다 충격력이 크게 나타났다. 이것은 천연잔디와 비슷한 실험 조건 때문에 나타난 결과로 생각된다. 두 번째 피크는 능동적인 힘을 나타내는 것으로 앞으로 나아가려고하는 추진 적인 힘으로서 천연잔디용 축구화는 금속 스타드로 만들어진 앞쪽 드터드가 추진력을 인조잔디용 신발 보다 크게 나타내는 것으로 생각된다. Lieberman 등 (2010)은 일반적인 달리기 선수들을 대상으로 충격력을 연구하였는데 달리기 동작은 뒷꿈치에서 최초 나타나는 충격력은 신체의 자체 조정능력으로 인해 쉬고 있는 신체로 전이되거나 보내어진다는 연구를 하였다. Hintermann과 Nigg (1998) 달리기 선수들의 하지상해 연구에서 달리는 동안 하지는 충격력과 끝임 없는 능적인 힘을 받게 되는데 이러한 힘들은 경골의 외측회전, 무릎의 굴곡과 신전에 관여해서 움직임을 만들어 내지만 잘못된 달리기로 인하여 비정상적인 충격력과 능동적인 힘으로 하지의 상해를 입는다고 연구 하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 축구장의 환경과 축구화의 선택이 올바르지 않을 때 생기는 부상과 유사 한 것으로 생각 할 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 2014년 브라질월드컵 이후 더욱 세분화 되어 생산되는 축구화들의 기능을 비교분석하여 올바른 정보를 얻고자 연구한 결론은 다음과 같다.

첫째, 시-공간적 변인에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 평균의 비교에서 SG용 신발 보다는 FG용 신발이 FG용 신발 보다는 HG용 신발에서 크게 나타났다. 왼쪽 발과 오른쪽 발의 비교에서는 오른쪽 발에서 평균값들이 크게 나타났다.

둘째, 발바닥 중심이동의 변인에서는 좌우대칭 변화의 비교에서 세 종류의 신발에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 사후검정 결과 SG용 신발과 FG용 신발, SG용 신발과 HG용 신발에서 스티드 차이가 좌우대칭의 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다른 변인들에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 평균의 비교에서 SG용 신발 보다는 HG용 신발의 값들이 크게 나타났다.

셋째, 세 종류의 신발에서 안쪽 중앙부위(M3), 바깥쪽 중앙부위(M4) 그리고 앞쪽 중앙부위(M6)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 사후검정 결과 안쪽 중앙부위의 차이는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 바깥쪽 중앙부위는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 앞쪽 중앙부는 SG용 신발과 HG용 신발, FG용 신발과 HG용 신발에서 유의한 차이가 나타났다. 다른 6개 부위에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 평균의 비교에서 많은 차이를 보였다.

넷째, 수직지면반력 비교에서는 충격력(impact force)을 나타내는 첫 번째 피크에서 세 종류의 신발 모두 오른쪽 왼쪽에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 평균의 비교에서는 SG, FG, HG순으로 크게 나타났다. 능동적인 힘(active force)을 나타내는 두 번째 피크의 비교에서는 세 종류의 신발 모두 오른발 왼발에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 평균의 비교에서는 SG, FG, HG 순으로 크게 나타났다.

이와 같은 결과들을 볼 때 본 연구는 인조잔디에 가까운 실험 조건에서 시행된 연구로서 천연잔디용신발의 결과들이 모든 변인에서 좋지 않게 나타난 것으로 보아 축구장의 종류에 따라 신발의 선택이 매우 중요하다고 생각된다. 차후 연구에서는 실제 천연잔디와 인조잔디에서 각각의 신발들을 비교분석 연구하는 것이 더욱더 정확 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Chosunilbo. (2014). Neat soccer shoe, 10(24), B11
- DeHaven, K. E., & Lintner, D. M. (1986). Athletic injuries: comparison by age, sport and gender. *The American Journal of Sports Medicine*, 14, 218-224.
- Gordon, A. V. (1987). Ground reaction forces developed on artificial turf. *Science and football (I)*, 406-415.
- Hintermann, B., & Nigg, B. M. (1998). Pronation in runners, implication for injuries. *Sports Medicine*, 26(3), 169-176.
- Kevin, R. F., Neil, A. M., Blake, J. E., Gregory, D. M., Richelle, C. G., Robert, S. H., & Timothy, E. H. (2006). Comparison of in-shoe foot loading patterns on natural grass and synthetic turf. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 433-440.
- Lee, K. T. (2002). *Soccer Medicine*. 1st edition. Koonja Publication, Seoul.
- Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Dauod, A. L., D'Andrea, S., & Davis, I. S. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463(7280), 531-535.
- Meyers, M. C., & Barnhill, B. S. (2004). Incidence, causes, and severity of high school football injuries on field turf versus natural grass: a 5-year prospective study. *American Journal of Medicine*, 32(7), 1626-1638.
- Nigg, B. M., & Segesser, B. (1988). The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. *Sports Medicine*, 5(6), 375-385.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work rate in differential roles in professional football match play. *Journal of Human Movement Study*, 2, 87-97.
- Rodano, R., Cova, P., & Vigano, R. (1988). Designing a football boot: a theoretical and experimental approach. *Science and football (I)*, 416-425.
- Muckle, D. S. (1981). Injuries in professional footballers. *British Journal of Sports medicine*, 15, 77-79.
- Torg, J. S. & Ouedenfela, T. (1971). Effect of shoe type and cleat length on incidence and severity of knee injuries among high school football players. *Research Quarterly*, 42, 203-211.
- Valiant, G. A. (1987). The effects of outsole pattern on basketball shoe traction. *Biomechanics of Sport-III & IV*, 29-37.
- Van G, Van G, & Boutmans, J. (1987). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *Science and football (I)*, 51-59.
- Withers, R. T., Marcicic, Z., Wasilewski, S. & Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Study*, 8, 159-176