



축구화 스타드의 형태변화에 따른 지면반력 분석 Analysis of Ground Reaction Force with Different Soccer Studs

이중숙* (신라대학교)
Lee, Joong-Sook* (Silla University)

ABSTRACT

J. S. LEE, Analysis of Ground Reaction Force with Different Soccer Studs. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 16, No. 1, pp.119-128, 2006. This study was performed to see ground reaction force with different soccer studs with twelve players in Human Performance Laboratory(University of Calgary). Running speed was 4.0 ± 0.2 m/sec in straight running as well as vcut running. By using four different kinds of shoes; three different pairs of soccer shoes and one pair of jogging shoes, I reached a conclusion as following.

In case of right and left ground reaction force, on the assumption that the positive magnitude of power is inversion and the negative is eversion, vcut running did not occur any inversion, which in the aspect of kinetic mechanics, thought to be decelerating movement. Because when eversion happens, it arises component force of power on heading direction about 8.6 times more than in the movement of straight running.

In case of front and rear ground reaction, on the assumption that the positive magnitude of power is suspension power and the negative is propulsion, vcut movement is thought to be decelerating movement in the aspect of kinetic mechanics. Because on heading direction, this movement occurs component force of power about 1.8 times more suspension and 2.2 more propulsion than in the straight running movement.

In case of vertical ground reaction, on the assumption that the first peak is the magnitude of power in impact and the second peak is the magnitude of power in active, we judged that the straight running movement performed more efficiently than the vcut movement in the aspect of kinetic mechanics.

On the next study, I suppose that ccut running would make up an interesting subject in the aspect of improving kinetic performance ability.

KEYWORDS : SOCCER, STUD, GRF, RUNNING, VCUT, FORCE PLATE.

I. 서론

1. 연구의 필요성

2002년 월드컵 이 후 우리나라 축구인구는 많이 늘어났으며, 경기장의 환경이나 축구관련 용품들도 많이 개선되었고 축구화를 만드는 회사들은 첨단과학을 활용하여 기능성과 패션을 고려한 최첨단 축구화를 제작하기 위해 노력하고 있다.

축구는 세계적으로 가장 인기있는 스포츠이며 2억 5천만 명이나 되는 가장 많은 동호인들이 즐기는 스포츠 종목(FIFA, 2004)이고, 축구는 상해의 위험성이 가장 높은 경기종목 중의 하나이며 특히 어떤 형태의 축구화를 선택하느냐에 따라 상해의 위험성이 증감되어 질 수 있다.

이와 같이 축구는 스포츠 종목 중 가장 동호인들이 많고 또한 잘못된 축구화의 선택으로 인하여 발목이나 무릎에서의 상해의 위험성이 높은 종목임에도 불구하고 축구화에 관한 운동역학적인 측면에서 연구된 문헌은 거의 없는 실정이다. 이러한 원인은 스포츠 용품의 상업화에 따라 각 스포츠 용품 생산회사들마다 축구화를 만드는 노하우(know-how)들을 공개하지 않기 때문이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 축구 선수들이 축구화를 선택할 때 가장 중요시 하고 축구경기에서 상해의 직접적인 원인이 될 수 있는 축구화의 스테드 형태에 따른 지면반력을 분석하여 바람직한 축구화를 선택할 수 있는 기준이 될 수 있는 자료와 상해예방을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

축구화의 밑창과 스테드는 약 100여 년 전에 수제화로 만들어진 이후 많은 발전을 거듭해 왔으나 아직도 기본적인 형태는 그대로 유지하고 있다. 축구는 주로 발을 사용하여 행하는 경기임으로 축구 용품 중 가장 중요한 것이 축구화라고 할 수 있다. 축구화는 축구경기에서 있어서 가장 기본적인 장비이며 기술수준의 차이, 기상상태 그리고 경기장의 상태에 따라 축구화의 스테드(stud 또는 cleat)의 형태가 다른 것을 사용한다. 일반적으로 축구화를 준비할 때 경기장의 형태, 경기의

수준, 그리고 예산 등이 축구화 선택에 있어서 가장 중요한 요인이 된다.

1910년 이전의 축구화는 오늘날의 보통 운동화처럼 평평한 바다의 신발이었다. 1910년 <그림 1>과 같은 축구화가 최초로 만들어졌고 축구화가 상품화되기 시작한 것은 1927년 독일의 아디다슬라(Adi Dassler)가 축구선수들의 빠른 방향전환과 순간 스피드를 필요로 한다는 점에 착안하여 대장장이 친구인 크리스토퍼 제헬레인(Christoph Zehlein)에게 부탁하여 신발 밑창에 스테드를 박았다. 그 후 이 축구화는 1928년 암스테르담 올림픽에서 첫 선을 보였고, 완전히 새로운 개념의 이 축구화는 이 때부터 선풍적인 인기를 끌었으며, 스테드는 축구화의 필수품이자 상징이 되었다(Adidas, 2004).

초기에 스테드는 앞축에 4개 뒤축에 2개로 모두 6개로 제작되었으나, 많은 축구선수들에 대한 동작분석과 연구를 토대로 스테드의 위치와 개수 그리고 모양 등이 개선되어져 왔다. 특히 선수들은 수제화의 경우 자신들의 경험과 특성에 따라 스테드의 위치나 크기를 조정하기도 한다.

공격수들의 경우 자신의 의지대로 능동적인 동작을 수행하기 때문에 부드럽고 정교한 동작을 필요로 하므로 섬세한 움직임에 적당하도록 스테드의 개수(12-16개)가 많고 접지 면적이 다소 넓은 축구화를 선호하지만, 수비수들의 경우 자신의 의지와는 상관없이 공격수의 움직임에 따라 수동적인 동작을 수행하기 때문에 순간적인 파워를 필요로 하므로 지면을 박차고 순간적인 파워를 낼 수 있도록 하기 위하여 스테드의 수(6-10개)가 적은 축구화를 선호하는 것이 일반적인 경향이다(이종수, 2004).

또한 운동장의 상태 즉, HG(hard ground)나 SG(soft ground)나에 따라 축구화 스테드의 개수나 크기를 조정하여 착용하는데 HG에서는 스테드의 개수가 많고 크기가 작은 것을 선호하고 SG에서는 스테드의 개수가 적고 크기가 큰 것을 선택하는 것이 일반적인 경향이다(진영완, 2004).

축구화 중 가장 일반적인 제품이 몰디드 스테드(molded studs)의 축구화이며, 이것은 고무제품이나 딱딱한 플라스틱 형태의 스테드가 축구화의 바닥에 고정된 것으로 주로 표면이 딱딱한 잔디경기장에서 경기하

는 선수들을 위한 축구화이다. 따라서 이 축구화는 초보자나 중급자 수준의 경기자들이 주로 이용한다. 왜냐하면 이 축구화는 어떤 경기장의 형태나 기상상태에서도 일반적으로 사용할 수 있기 때문이다.

탈착식 스테드(detachable studs)의 축구화는 축구화 바닥의 스테드를 나사를 이용하여 쉽게 갈아 끼울 수 있는 것이 특징이다. 일반적으로 이 스테드는 딱딱한 플라스틱이나 알루미늄 끝에 특수합금을 부착시켜 만든 것으로 경기장의 상태에 따라 스테드의 길이나 형태를 바꾸어 사용할 수 있으므로 노련한 선수들은 경기장의 상태에 따라 적절한 스테드를 선택하여 경기수행능력을 향상시킬 수 있다(Citysports, 2004).

축구화의 스테드의 형태에 따라 부상의 빈도가 다르게 나타났는데, Torg, Quedenfeld, & Landau(1974)의 연구결과에서는 스테드의 높이가 3/8인치이고 개수가 14개인 축구화가 스테드의 높이는 동일하고 개수가 7개인 축구화보다 상해의 가능성이 낮게 나타냈었는데, 이 실험은 천연잔디에서 실시됐으며 14개의 스테드를 가진 축구화가 7개의 스테드를 가진 축구화보다 상대적으로 낮은 마찰력의 수치를 나타냈다고 보고하였다. 이 때 신발과 바닥면에서 발생하는 마찰력에 대해 인체 내부에서는 근육과 건 등을 통하여 동작에 대한 저항으로써 자세를 유지하기 위한 작용이 일어나게 된다. 예를 들어 축구경기에서 방향을 전환할 때 무릎관절을 중심으로 근육이나 건 등이 존재하지 않는다면 관절은 그 기능을 상실하게 될 것이며 이러한 내적 부하는 각 관절을 중심으로 근육과 건이나 인대 등에 부담을 주게 되어 상해를 유발시킬 수 있다.

지금까지 신발 바닥의 스테드의 형태변화가 지면반력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 없었다. 따라서 이 연구의 목적은 신발 바닥의 스테드의 형태변화가 지면반력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 기초적인 자료를 수집하기 위한 것이다.

2 연구목적

본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 축구화 스테드의 형태변화에 따라 좌우지면반력은 달라질 것이다.

둘째, 축구화 스테드의 형태변화에 따라 전후지면반력은 달라질 것이다.

셋째, 축구화 스테드의 형태변화에 따라 최대지면반력은 달라질 것이다.

넷째, 축구화 스테드의 형태변화에 따라 직선달리기 동작과 vcut 달리기 동작의 지면반력은 달라질 것이다.

3 용어의 정의

1) 스테드(studs) : 축구화 바닥에 돌출된 형태로 나와 있는 스파이크 모양을 말하며 우리나라에서는 징 또는 뽕이라고도 부르는데 영어로는 클리트(cleats)라고도 한다.

2) vcut run : 정상적인 직선달리기 동작으로 달리다가 어떤 지점(지면반력기)에서 45도 좌측으로 방향전환하여 달리는 주행법을 말한다. 45도 우측으로 방향전환하여 달리는 주행법을 ccut run이라고도 한다.

II. 연구방법

1. 연구절차

본 실험은 축구화의 스테드(studs) 형태에 따른 지면반력에 관하여 연구하고자 실시하였다. 실험에 사용된 신발들은 스테드의 형태가 다르게 부착된 3종류의 축구화와 스테드가 없는 1종류의 조깅화를 포함하여 4종류의 신발을 사용하여 실험하였다.

실험은 각 신발의 스테드 형태에 따라 2가지 형태의 동작을 실시하게 하였다.

첫째, 피험자에게 20m의 인조잔디로 덮인 주행로를 직선으로 주행하게 하였다.

둘째, 피험자에게 20m의 인조잔디로 덮인 주행로를 지면반력기를 기준으로 진행방향에서 45도 좌측으로의 방향전환하여 주행하게 하였다.

2 실험대상과 사용된 신발의 종류

본 실험을 위해서 Human Performance Laboratory

(University of Calgary)에 속한 12명의 피험자들을 실험대상으로 하였으며, 매주 규칙적으로 축구경기에 참여하는 레크리에이션 수준의 피험자를 선정하였고, 최근 2년 동안 하지에 상해를 입지 않았으며, 정상적인 주행 형태를 보이는 자들로 한정하였다. 실험을 실시하기 전에 피험자들에게 실험의 진행상황에 관하여 설명하고 유의사항을 인지시킨 후 동의서를 받았다. <표 1>은 본 실험에 참여한 피험자들의 신체적 특성이다.

<표 1> 피험자들의 신체적 특성

특징	신장(cm)	체중(kg)	연령(years)
피험자			
평균	176.37	73.88	26.42
표준편차	4.08	7.36	6.23

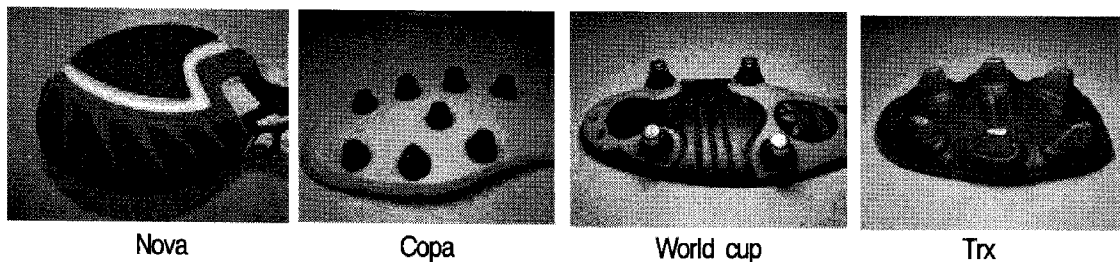
<그림 1>은 실험에 사용된 스테르드가 없는 실내 축구화와 스테르드가 부착된 축구화와의 형태이다. 실험에 사용된 신발들은 아디다스(Adidas, Germany) 제품들로 사이즈 US 9 (270cm)의 일반 조깅화와 스테르드가 있는

3종류의 축구화로 실험하였다.

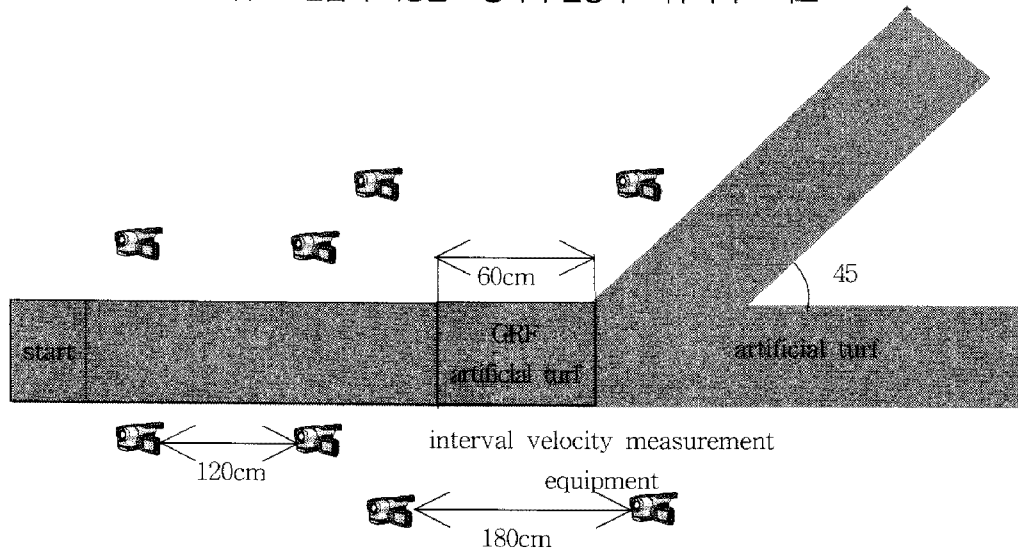
- 1) Supernova 조깅화(nova) : 스테르드가 없는 조깅화
- 2) Copa Mondial 축구화(copa) : 12개의 몰리드 스테르드
- 3) World Cup M 축구화(world) : 6개의 교체 가능한 알루미늄 스테르드
- 4) X - TSX Soft Ground 축구화(trx) : 9개의 배(bar) 형태의 스테르드

3. 실험장비

운동역학적(kinetic)인 자료들을 수집하기 위하여 지면반력기는 주행로 상에 설치하고 샘플링 빈도는 2400Hz로 하였다. 지면반력기를 포함한 20m의 주행로 위에 60cm 폭의 인조잔디(Fieldturf, 2003)를 설치하였으며, 지면반력기 위에는 <그림 2>와 같이 인조잔디를 분리시켜 지면반력을 캘리브레이션 한 후에 실험을 실시하였다. 실험장비들의 세팅 장면은 <그림 2>와 같다.



<그림 1> 실험에 사용된 조깅화의 걸창과 축구화의 스테르드



<그림 2> 실험장비들의 세팅 장면

4. 실험과정

피험자는 자연스러운 주행동작이 되도록 20m 인조 잔디의 주행로 위에서 연습주행을 실시하도록 하여 구간속도측정기(interval velocity measurement equipment)를 이용하여 주행속도 ($4\pm 0.2\text{m/sec}$)로 측정하였으며, 또한 오차범위 내의 속도로 오른발이 지면반력기의 중앙에 자연스럽게 착지하도록 연습을 실시한 후 실험을 실시하였다.

실험에서의 순서는 첫째, 피험자들에게 20m의 인조 잔디로 덮인 주행로를 10m 전방에서 출발하여 $4\pm 0.2\text{m/sec}$ 의 속도로 직선으로 주행하게 하였다. 두번째, 피험자들에게 20m의 인조잔디로 덮인 주행로를 10m 전방에서 출발하여 $4\pm 0.2\text{m/sec}$ 의 속도로 지면반력기의 중심을 전환점으로 진행방향의 45도 좌측으로 방향전환하여 주행하도록 하였다.

각 피험자들의 동일한 동작을 8회 측정하였으며, 만약 오른발이 지면반력기의 중앙에 착지하지 않았거나 통제 속도 범위를 벗어난 시기는 제외시켰고, 비정상적인 동작도 시기수에서 제외시켰다.

실제자료수집에 앞서 실험장비들을 캘리브레이션하는 과정을 거쳤으며 Inverse dynamics를 위한 힘의

축(force coordinate system)은 진행 방향에 대해 X축을 좌우방향, Y축을 전후방향, 그리고 Z축을 상하방향으로 규정하였다.

III. 연구결과 및 분석

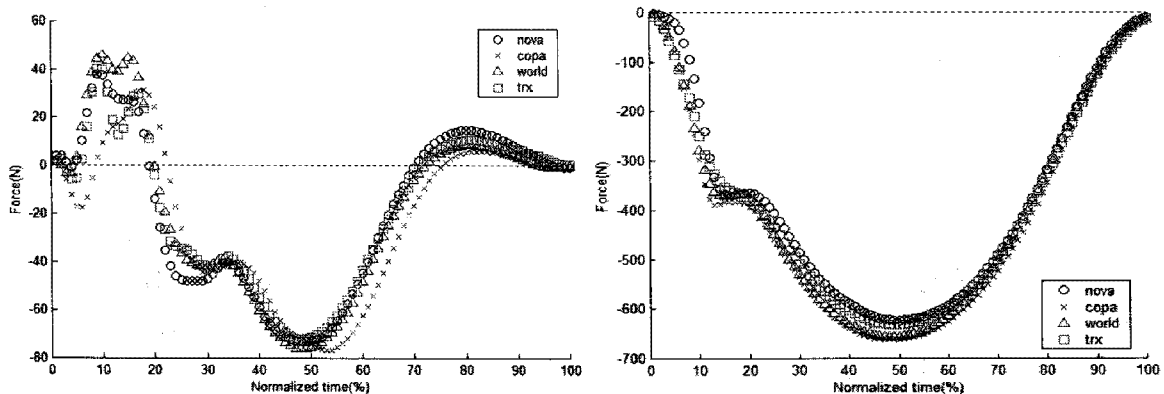
1. 좌우지면반력

좌우지면반력의 경우 <표 2>에서와 같이 직선달리기의 경우 최대좌우지면반력에서는 copa가 31.40N으로 가장 낮은 수치를 나타낸 반면에 world가 45.95N으로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 전체적으로는 world(45.95N) > trx(40.11N) > nova(37.78N) > copa(31.40N) 순으로 나타났고, vcut의 경우 최대좌우지면반력은 나타나지 않았다.

최소좌우지면반력에서는 직선달리기의 경우 trx가 -72.22N으로 가장 낮은 수치를 나타낸 반면에 copa가 -76.79N으로 가장 높은 수치를 나타냈고, 전체적으로는 copa(-76.79N) > world(-76.04N) > nova(-72.96N) > trx(-72.22N) 순으로 나타났으며, vcut의 경우 음의 방향으로 nova가 -623.83N으로 가장 낮은 지면반력을

<표 2> run과 vcut 동작에서 각 신발들의 최대 좌우지면반력(unit : N)

items \ shoes	nova	copa	world	trx	
run	max	37.78	31.40	45.95	40.11
	min	-72.96	-76.79	-76.04	-72.22
vcut	-623.84	-663.71	-657.03	-632.66	



<그림 3> run 과 vcut 동작에서 각 신발들의 좌우지면반력(앞 - run, 뒤 - vcut)

나타낸 반면에 copa가 -663.71N으로 가장 높은 지면 반력을 나타냈으며, 전체적으로는 copa(-663.71N) > world(-657.03N) > trx(-632.66N) > nova(-623.84N) 순으로 나타났다. <그림 3>에서와 같이 run 과 vcut 동작에서 각 신발들의 좌우지면반력은 전혀 다른 형태의 지면반력 곡선을 나타냈으나 신발들간의 전체적인 곡선형태는 유사한 형태를 나타냈다. 직선달리기의 경우 normalized time(%)의 약 10% 지점에서 최대좌우지면 반력을 world > trx > nova > copa 순으로 나타낸 후 약 21% 지점에서 0을 나타낸 것은 좌우축 힘의 방향이 바뀌는 지점이며, 35% 지점에서 한차례 피크를 나타낸 후 약 49% 지점에서 최대좌우지면반력은 copa > world > nova > trx 순으로 나타났다. 약 71% 지점에서 0을 나타낸 것은 또 한번 좌우축 힘의 방향이 바뀌는 지점이며, 78% 지점에서 또 한 차례 피크를 나타낸 후 이지했다.

이에 반해 vcut 동작에서의 각 신발들 간의 전체적인 지면반력 곡선형태는 컵 모양으로 모두 유사한 형태를 나타냈다. Normalized time(%)의 약 18% 지점에서 순간적인 고원현상을 나타낸 후 약 49% 지점에서 최대좌우지면반력을 copa > world > trx > nova 순으로 지면반력을 나타냈다.

여기서 좌우지면반력의 크기가 힘을 분력을 초래할 수 있다는 관점에서 고찰해보면 world가 가장 많은 힘의 분력을 초래하는 것으로 판단할 수 있다. 또한 여기서 nova의 경우 다른 신발들에 비해 힘의 분력을 비교적 작게 초래한 것으로 분석해 볼 수 있다.

<그림 3>에서와 같이 직선달리기동작의 좌우지면 반력의 착지지점의 5~35% 지점에서 nova를 제외한 모든 축구화의 경우 심한 흔들림을 나타냈는데, 이 지점에서의 흔들림은 불안정한 착지동작을 수행한 것으로 분석되었으며, 이러한 현상은 축구화의 스타드의 형태에 따른 특성으로 판단된다.

선행연구결과들을 살펴보면 이종숙(1994)의 연구결과 좌우방향의 지면반력은 제 1정점의 평균이 $-0.105 \pm 0.131BW$ 이고 제 2정점의 평균은 $0.030 \pm 0.140BW$ 로 비교적 크게 나타났다고 주장했으며, Williams(1985)의 연구결과에서는 좌우방향의 지면반력은 속도가 증가하면 커진다고 주장했는데 이러한 선행연구 결과들은 본 연

구에서 직선달리기 동작시 좌우지면반력결과와 거의 유사한 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 좌우지면반력의 경우 양의 방향의 힘의 크기가 내번동작(inversion)이고 음의 방향의 힘의 크기가 외번동작(eversion)이라고 가정할 때, vcut 동작의 경우 내번동작은 전혀 일어나지 않았으며, 외번동작의 경우 직선달리기 동작보다 약 8.6배 정도 진행방향에 대해 힘의 분력을 초래하므로 vcut동작은 운동역학적 측면에서 감속동작이 이루어진 것으로 판단된다.

2. 전후지면반력

전후지면반력의 경우 <표 3>에서와 같이 직선달리기의 경우 최대전후지면반력은 nova가 269.53N으로 가장 낮은 수치를 나타낸 반면에 copa가 285.23N으로 가장 높은 지면반력을 나타냈으며, 전체적으로는 copa(285.23N) > world(279.49N) > trx(274.53N) > nova(269.53N) 순으로 나타났고, vcut의 경우도 직선달리기와 유사하게 nova가 495.01N으로 가장 낮은 수치를 나타낸 반면에 copa가 503.75N으로 가장 높은 지면 반력을 나타냈으며, 전체적으로는 copa(503.75N) > world(497.41N) > trx(495.01N) > nova(484.83N) 순으로 직선달리기와 유사하게 나타났다.

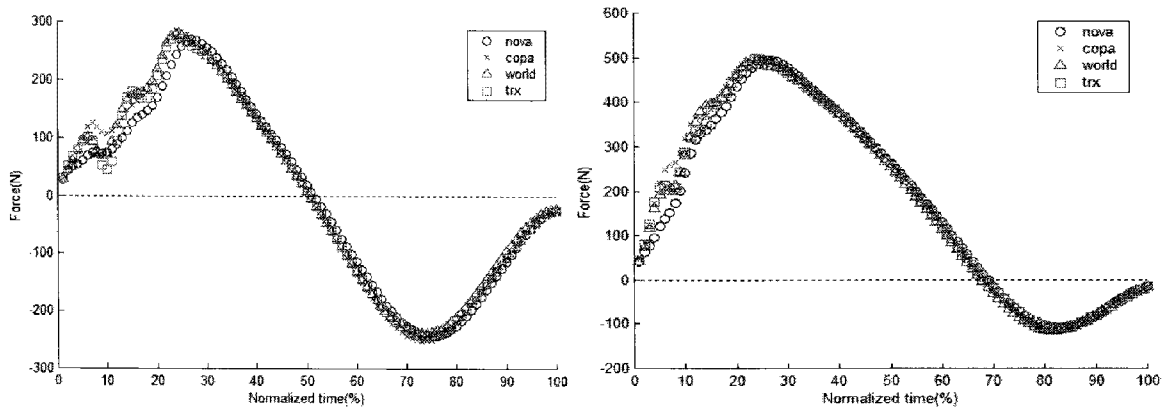
최소전후지면반력은 직선달리기의 경우 world가 -237.84N으로 가장 낮은 수치를 나타낸 반면에 copa가 -251.66N으로 가장 높은 수치를 나타냈고, 전체적으로는 copa(-251.66N) > nova(-243.53N) > trx(-242.90N) > world(-237.84N) 순으로 나타났으며, vcut의 경우 음의 방향으로 nova가 -108.14N으로 가장 낮은 지면반력을 나타낸 반면에 copa가 -115.75N으로 가장 높은 지면반력을 나타냈으며, copa(-115.75N) > world(-114.79N) > trx(-108.51N) > nova(108.14N) 순으로 지면반력을 나타냈다.

<그림 4>에서와 같이 run 과 vcut 동작에서 각 신발들의 전후지면반력에서의 전체적인 곡선형태는 유사한 형태를 나타냈으나 전과 후의 힘의 차이는 전혀 다른 형태를 나타내었다.

직선달리기의 경우 normalized time(%)의 약 25%

<표 3> run 과 vcut 동작에서 각 신발들의 최대전후지면반력(unit : N)

items	shoes				
		nova	copa	world	trx
run	max	269.53	285.23	279.49	274.53
	min	-243.53	-251.66	-237.84	-242.90
vcut	max	495.01	503.75	497.41	484.83
	min	-108.14	-115.75	-114.79	-108.51



<그림 4> run 과 vcut 동작에서 각 신발들의 최대전후지면반력(앞 - run, 뒤 - vcut)

지점에서 최대전후지면반력이 copa > world > trx > nova 순으로 나타났고, 그 후 약 51% 지점에서 0을 나타낸 것은 전후축 힘의 방향이 바뀌는 지점이며, 73% 지점에서 최대전후지면반력은 copa > nova > trx > world 순으로 나타났다.

이에 반해 vcut 동작에서는 각 신발들 간의 전체적인 곡선형태는 직선달리기 동작과 유사한 형태를 나타냈으나 Normalized time(%)의 약 28% 지점에서 최대전후지면반력은 copa > world > trx > nova 순으로 나타났고, 그 후 약 68% 지점에서 0의 수치를 나타낸 것은 전후축 힘의 방향이 바뀌는 지점이며, 82% 지점에서 최대전후지면반력은 copa > world > trx > nova 순으로 나타났다.

<그림 4>에서와 같이 전후지면반력의 착지지점의 5~20% 지점에서 nova를 제외한 모든 축구화의 경우 심한 흔들림을 나타냈는데, 이 지점에서의 흔들림은 신체가 불안정한 착지동작을 수행한 것으로 분석된다.

선행연구결과들을 살펴보면 이중숙(1994)의 연구결과 전후방향의 지면반력은 제 1정점의 평균이 $0.473 \pm 0.153BW$ 이고 제 2정점의 평균은 $-0.454 \pm 0.097BW$ 로 편차를 크게 나타냈다. 또한 이러한 결과는 Williams

(1980)의 연구 결과와 유사한 것으로 전후방향의 교차점의 출현 시간을 빠르게 할 수 있는 훈련을 함으로써 전방으로의 추진력을 증가시켜 스피드를 향상시킬 수 있을 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 전후지면반력의 경우 양의 방향의 힘의 크기가 정지력이고 음의 방향의 힘의 크기가 추진력이라고 가정할 때, vcut 동작이 직선달리기 동작보다 정지력은 약 1.8배 정도, 추진력은 약 2.2배 정도 진행방향에 대해 힘의 분력을 초래하므로 vcut 동작은 운동역학적 측면에서 감속동작이 이루어지는 것으로 판단된다.

3. 수직지면반력

수직지면반력의 경우 <표 4>에서와 같이 직선달리기의 경우 최대수직지면반력에서는 world가 1841.87N으로 가장 낮은 지면반력을 나타낸 반면에 nova가 1914.33N으로 가장 높은 지면반력을 나타냈으며, 전체적으로는 nova(-1914.33N) > copa(1891.08N) > trx(1875.24N) > world(1841.87N) 순으로 나타났다.

vcut의 경우 trx가 1764.36N으로 가장 낮은 지면반력

을 나타낸 반면에 world가 1783.52N으로 가장 높은 지면 반력을 나타냈으며, 전체적으로는 world(1783.52N) > copa(1781.74N) > nova(1774.20N) > trx(1764.36N) 순으로 나타났다.

<그림 5>에서와 같이 run 과 vcut 동작에서의 전체적인 수직지면반력의 곡선형태는 일반적인 달리기 동작의 수직지면 반력곡선 형태와 유사하게 역 컵 형태를 나타냈다.

직선달리기의 경우 normalized time(%)의 약 13% 지점에서 축구화의 경우 한차례 피크점을 나타내었으나 조깅화인 경우 약 16~24%지점까지 한차례 고원현상을 나타낸 후 다른 축구화와 유사하게 약 48% 지점에서 최대수직지면 반력을 nova > copa > trx > world 순으로 나타냈다.

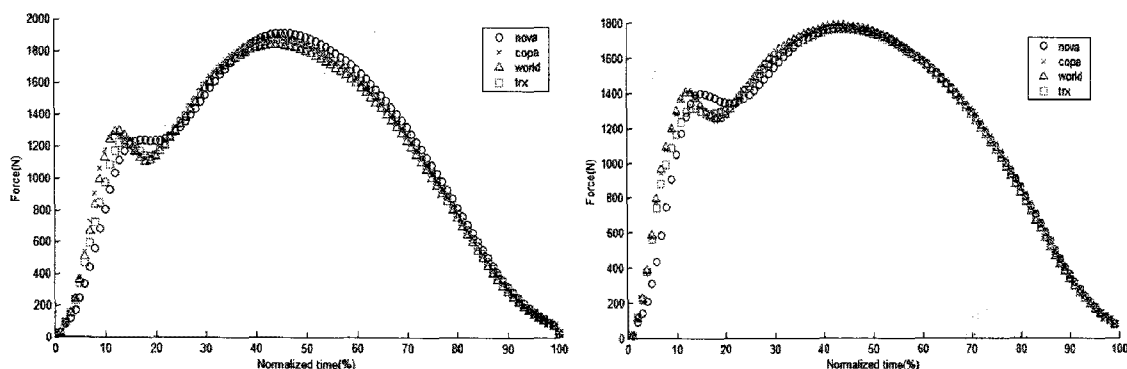
vcut 동작의 수직지면반력 곡선형태도 일반적인 달리기 동작의 수직지면반력곡선 형태와 유사하게 역 컵 형태를 나타냈다. 지면반력의 12% 지점에서 copa 와 world 축구화의 경우 한차례 피크점을 나타내었으나 조깅화의 경우 약 16~26%지점까지 한차례 거의 고원현상에 가까운 형태의 곡선을 나타냈고, trx의 경우 약 14~25%지점까지 한차례 고원현상을 나타낸 후 다른 축구화와 유사하게 약 48% 지점에서 최대수직지면 반력을 world > copa > nova > trx 순으로 나타냈다.

<그림 5>의 run과 vcut 동작의 공통점을 살펴보면 지면반력의 착지시점의 15~25% 지점에서 nova를 제외한 모든 축구화의 경우 임팩트 피크를 나타냈는데, 이 지점에서의 nova가 임팩트 피크를 나타내지 않은 것은 조깅화의 특성이라기보다는 인조 잔디의 특성에 기인한 것으로 판단된다.

선행연구결과들을 살펴보면 Nigg(1987)는 육상선수의 신발을 평가할 때 임팩트 피크는 중요한 변인이고 전족으로 달리는 사람은 일반적으로 임팩트 피크가 나타나지 않고 액티브 피크는 지면접촉 후 중간단계인 100~250ms 사이에서 일반적으로 나타난다고 발표하였다. 이기광(2004)은 트레이드밀 달리기시 신발내부의 부하연구에서 가장 높은 피크 압력과 피크 부하율은 뒤꿈치의 중앙과 내측전족부에서 발생하였으며 족중부위의 부하는 작은 것으로 나타났다. Cavanagh & LaFortune(1980)은 달리기의 착지동작에는 유형에 따라 전족, 중족, 후족착지형이 있으며 단거리 선수들은 주로 전족착지형이고 중장거리 선수들은 중족착지형 또는 후족착지형에 속한다고 보고하였다. Williams (1985)는 달리기의 지면반력에 관한 연구결과는 박성순(1986)의 연구결과와 유사하며 제 1정점만 나타나는 경우와 착기 직후 임팩트 정점(impact peak)과 액티브 정점(active peak)의 두 가지 유형의 정점이 나타나는

<표 4> run과 vcut 동작에서 각 신발들의 최대수직지면반력(unit : N)

items \ shoes	nova	copa	world	trx
run	1914.33	1891.08	1841.87	1875.24
vcut	1774.20	1781.74	1783.52	1764.36



<그림 5> run과 vcut 동작에서 각 신발들의 수직지면반력(앞 - run, 뒤 - vcut)

특징이 있다고 보고하였다.

또한 Asami & Nolte(1983)의 연구에서는 2가지 축구화로 축구선수들이 4.5m/sec 속도로 달릴 때의 최대수직지면반력을 분석한 결과 1646N과 1852N을 각각 나타냈었는데(진영완, 2004) 본 연구 결과와 유사한 것으로 분석되었다.

이러한 결과를 종합적으로 분석해보면 수직지면반력의 경우 첫째 피크(peak)가 임팩트(impact)시 힘의 크기이고 두 번째 피크가 액티브(active)시 힘의 크기라고 가정할 때, 직선달리기 동작이 vcut 동작보다 운동역학적으로 효과적인 동작을 수행한 것으로 판단된다.

IV. 결론

이 연구는 축구화의 스타드 형태에 따른 지면반력에 관하여 연구하고자 Human Performance Laboratory (University of Calgary)에 속한 12명의 피험자들을 실험대상으로 하였으며, 달리기의 속도는 4±0.2m/sec로 직선달리기와 vcut 달리기로 주행하게 하였고, 실험에 사용된 신발들은 스타드의 형태가 다른 3종류의 축구화와 1종류의 조깅화를 포함하여 4종류의 신발을 사용하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

좌우지면반력의 경우 양의 방향의 힘의 크기가 내번동작(inversion)이고 음의 방향의 힘의 크기가 외번동작(eversion)이라고 가정할 때, vcut 동작의 경우 내번동작은 전혀 일어나지 않았으며, 외번동작의 경우 직선달리기 동작보다 약 8.6배 정도 진행방향에 대해 힘의 분력을 초래하므로 vcut 동작은 운동역학적 측면에서 감속동작이 이루어진 것으로 판단된다.

전후지면반력의 경우 양의 방향의 힘의 크기가 정지력이고 음의 방향의 힘의 크기가 추진력이라고 가정할 때, vcut 동작이 직선달리기 동작보다 정지력은 약 1.8배 정도, 추진력은 약 2.2배 정도 진행방향에 대해 힘의 분력을 초래하므로 vcut 동작은 운동역학적 측면에서 감속동작이 이루어지는 것으로 판단된다.

수직지면반력의 경우 첫째 피크(peak)가 임팩트(impact)시 힘의 크기이고 두 번째 피크가 액티브(active)시 힘의 크기라고 가정할 때, 직선달리기 동작

이 vcut 동작보다 운동역학적으로 효과적인 동작을 수행한 것으로 판단된다.

차후의 연구에서는 ccut 달리기에 대한 연구도 운동수행능력의 향상 측면에서 매우 흥미로운 주제가 될 수 있으리라 판단된다.

참고 문헌

- 박성순(1986). 速度變化에 따른 人體移動運動의 生體力學的 分析, 서울대학교 博士學位論文, 7-22.
- 이기광(2004). 트레이드밀 달리기시 신발내부의 부하에 관한 연구, 한국운동역학회지, 제14권 제2호, 105-119.
- 이중숙(1994). 보행·경보·주행동작의 운동학적·동역학적 분석, 부산대학교 박사학위논문, 48-50.
- 이중숙(2004). 축구화 스타드의 형태변화에 따른 회전마찰력, 한국운동역학회지, 제14권 제2호, 121-138.
- 진영완(2005). 축구화의 운동역학적 특성연구, 한국운동역학회지, 제15권 제2호, 31-39.
- Adidas(2004). <http://www.adidas.com>
- Asami & Nolte(1983). Analysis of powerful ball kicking, Biomechanics VIII-B.
- Cavanagh, P.R., and M.A. LaFortune(1980). Ground Reaction Forces in Distance Running, J. of Biomechanics 13, 397-406.
- Citysports(2004). <http://www.citysports.com>
- Fieldturf(2004). <http://www.fieldturf.com>
- FIFA(2004). <http://www.fifa.com>
- Nigg, B.M., & Yeadon, M.R.(1987). Biomechanical aspects of playing surfaces. Journal of Sports Sciences, 5 : 117-145.
- Stefanyshyn, D.(2003). Joint moments, sport surfaces and sport injuries. In B. M. Nigg, G. K. Cole and D. J. Stefanyshyn (Eds.) Sport surfaces : Biomechanics, injuries, performance, testing, injuries, Topline Printing: Calgary, Alberta, 89-106.

Torg, J. S., Quedenfeld, T.C., & Landau, S.(1974). The shoe-surface interface and its relationship to football knee injuries. *Journal of Sports Medicine*, 2 : 261-269.

Williams,K.R.(1985), *Biomechanics of Running*, *Biomechanics IV-A*, 389-441.

투 고 일 : 1월 30일

심 사 일 : 2월 1일

심사완료일 : 3월 2일