

## 110 m 허들경기의 제 1 허들에 대한 우수선수와 비우수선수의 운동역학적 요인 비교

길호종<sup>1</sup> · 윤석훈<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국체육대학교 대학원 체육학과 · <sup>2</sup>한국체육대학교 생활체육대학 사회체육학과

## The Biomechanical Analysis of the First Hurdling in Men's 110m Hurdle between Skilled and Less-Skilled Hurdle Players

Ho-Jong Gil<sup>1</sup> · Sukhoon Yoon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Community Sport, College of Lifetime Sport, Korea National Sport University, Seoul, Korea

Received 28 April 2012; Received in revised form 05 March 2013; Accepted 11 March 2013

### ABSTRACT

The purpose of this study was to provide a fundamental information for enhancing 110m hurdlers' performance through conducting comparative biomechanical analysis between Skilled Group(SG) and Less-Skilled Group(LSG) those who are not in the first section of 110m hurdles. To pursue the purpose of this study, total of 10 hurdlers participated. Then they were divided into two groups; SG: five hurdlers who have won awards with 14-second range at 2010 national track and field event, and LSG: five hurdlers who did not win any awards with 15-second range. Three-dimensional motion analysis with 12 infrared cameras(Oqus 300, Qualisys) and 1 force plate(Type 9286AA, Kistler) was performed. From this study following conclusions were obtained. 1) For the overall runtime, SG revealed faster elapsed time than that of LSG. 2) At E4, LSG showed greater trunk angle than that of SG. 3) At E3 LSG revealed higher angular velocities than that of SG. 4) No significant differences was found for AP GRF between groups but LSG showed greater VGRF than that of SG.

*Keyword* : 110m Hurdle, Hurdling, Kinetic and Kinematic

## I. 서 론

처음 달리기로부터 시작된 육상경기는 넘기, 던지기 등 고대 인류가 생존하기 위하여 행하여졌던 모든 동작을 경기화 하여 그 범위를 확대해왔으며, 올림픽에서 가장 많은 46개 금메달을 보유하고 있어서 한 국가가 올림픽에서 경

쟁력의 우위를 확보하기 위하여 꼭 획득해야만 하는 매우 중요한 종목이다. 아쉽게도 올림픽 육상의 대부분의 메달은 서양이나 아프리카 선수들의 전유물이었으며, 특히, 육상의 꽃이라고 생각되어지는 단거리 종목에서 동양인이 메달을 획득한다는 것은 불가능하다고 여겨져 왔다. 그러나 2004년 아테네 올림픽에서 중국의 류시양 선수(Liu Xiang, PB: 12.88초)가 남자 허들 110 m 경기에서 동양인 최초로 금메달을 획득하였으며, 더 나아가 2006년 세계 슈퍼 그랑프리 육상경기에서 동양인 최초로 당시 세계기록 12.91초의 기록을 0.03초 앞당긴 12.88초의 세계신기록을 달성하여 동양인도 육상 단거리에서 메달을 딸 수 있다는 희망을 제시하였다.

본 논문은 길호종 (2012) 의 석사학위논문중 일부를 발췌하였음.  
Corresponding Author: Sukhoon Yoon  
Department of Community Sport, Korea National Sport University, 88-15  
Oryun-Dong, Songpa-Gu, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-410-6850 / Fax : +82-2-418-1877  
Email: sxy134@knsu.ac.kr

일반적인 육상단거리 경기가 선수자신의 근력에 기인한 파워에 의존하는 것에 비하여 110 m 허들 경기는 파워에 더하여 110 m 트랙에 배치된 10대의 허들을 가장 빠른 속도를 유지하면서 부딪치지 않고 넘는 기술이 필요한 경기이다. 또한 허들경기는 단거리 달리기와는 달리, 각 허들 사이를 3보 4스텝으로 뛰는 연속적인 직선운동뿐만 아니라 공중에서의 투사체 운동의 특성을 나타내는 허들링 기술을 포함하고 있기 때문에, 허들링의 투사체 운동 후에는 곧바로 다음 허들로의 질주 자세인 단거리 달리기와 같은 동작을 유지하는 것이 기술의 관건이라고 하겠다(Nickson, 1984; Walker, 1991).

트랙경기와 도약경기의 특성을 모두 갖추고 있는 허들 경기는 단거리 경기에서 필요한 순발력과 스피드는 물론, 고도의 기술력을 요하기 때문에, 많은 경기경험과 복합적인 기술을 조정할 수 있는 협응력을 필요로 한다. Son (1999)은 허들간의 자세, 발구름에서 착지까지의 연속되는 다리, 팔, 상체의 움직임의 변화에 따른 신체중심 이동의 조화된 밸런스를 유지할 수 있는 능력이 필요하다고 하였으며, Myers(1986)는 스프린터의 속도와 허들을 넘는 평형성 및 리듬 감각이 뛰어나야 한다고 하였다. 또한, Rallins (1986)는 멀리뛰기 선수의 도약력, 400 m 선수의 지구력 또한 필요하다고 하였다.

한편, Goss(1991)와 Schnier(1986)는 허들경기의 기술을 습득할 때 나타나는 결점은 대체로 유연성 부족에 있다고 하였으며, Kim과 Kim(1990)은 허들경기에 필요한 신체적, 기술적 능력외에 간접적으로는 코칭, 경기장 분위기, 경기장 시설, 일기 조건, 훈련 외적 방법 등의 요인들이 합쳐 결정된다고 하였다.

남자 110 m 허들경기는 스타트라인으로부터 13.72 m 떨어진 높이 1.067 m의 첫 허들을 넘어서 구간별 9.14 m 간격의 연속되는 10대의 허들을 통과하여 마지막 허들로부터 14.02 m 떨어진 피니쉬라인까지 가장 빠르게 도착한 선수를 가리는 기록경기이다. 경기특성상 허들경기는 전체 구간을 스타트(start), 허들링(hurdling), 인터벌(interval), 피니쉬(finish)로 나누고 있다. 구간 내에서도 단거리에 비하여 복잡한 움직임이 연결되어 있어 딱히 어느 구간이 기록단축에 가장 큰 영향을 준다고 말하기 쉽지 않지만 10개의 허들을 넘는 허들링 기술이 기록단축의 영향이 가장 큰 요인으로 고려되고 있다(Lee, 2004).

남자 110 m 허들의 허들링 기술에 대한 국내의 선행연구를 살펴보면 대부분의 연구들이 제3, 4, 5허들의 허들링에 국한되어 있음을 알 수 있다(Lim, Chung & Lee 1994; Kang & Lim, 2002; Ryu, Lee & Kim 2006; Lee, 2009; Tsarouchas, Papadopoulos, Kalanmaras & Giavroglou, 1993; McDonald & Dapena, 1991). Lim et al. (1994)은 4번째 허들에 대한 최적의 도약각과 허들링에 대

한 연구를 하였으며, Kang과 Lim(2002)은 4번째 허들에 대한 허들링 동작을 준비구간, 허들구간, 착지구간, 회복구간으로 나누어 올바른 허들링 자세를 제시 하였다. Ryu et al.(2006)은 4-5번 허들에서의 상체 전경각에 대한 효율적인 각도를 연구하였으며, Lee(2009)는 3번째 허들에 대한 운동학적 요인을 현장사례연구를 통해 구명하고자 했다. 또한 Tsarouchas et al.(1933)은 4번째 허들을 4구간으로 나누어 신체중심의 수평속도, 수직속도, 소요시간, 보폭 등 4번째 허들의 허들링 동작을, McDonald와 Dapena(1991)는 5번째 허들의 중요성을 보고하였다.

이처럼 선행연구의 대부분이 3-5번째 허들의 운동학적 연구가 많은 이유는 110 m 허들 경기 중 속도가 가장 빠른 구간을 연구 가치로 판단하였기 때문으로 생각된다. 하지만 연구자들이 가정한 3-5번째 허들구간에서의 최대 속도를 얻으려면 스타트로부터 첫 번째 허들까지의 질주구간에서 최대한 빠른 스피드를 얻어야 가능한 일이다. 즉, 각 선수들이 각 허들을 통과할 때 허들사이의 3보 4스텝에서는 본질적인 스피드 상승은 일어나지 않기 때문에 3-4번째 스타트구간에서 최대의 속도를 얻기 위해서는 첫 허들의 진입 시, 최대 가속에 이은 효율적인 허들링을 구사해야 한다. 이 때 신체는 직선운동에서 투사체 운동으로의 첫 변화를 갖게 되는데 허들을 넘기 전 발구름을 통해 몸을 공중으로 띄우게 된다. 13 m의 질주구간에서 도약구간으로의 변화가 얼마나 정확하고 빠르가가 최대 속도구간인 3-4번째 허들에서의 기록을 결정짓는 요인이라 할 수 있겠다(Mann & Herman, 1985; Goss, 1991).

또한 제 1허들의 허들링동작의 중요성은 속도의 유지뿐만 아니라 10번의 연속적인 허들링동작의 리듬을 시작한다는 데에서 찾을 수 있다. 즉, 제 1 허들링의 실패는 경기를 포기 할 경우가 많으며 경기를 수행하더라도 좋은 기록은 전혀 기대할 수 없다. 그러므로 선수들은 다른 허들에 비하여 제 1 허들에 부담감을 느끼며 실제로 비숙련 선수 뿐 아니라 제 24회 올림픽대회에 출전한 허들 선수 8명중 5명은 제 1허들을 차고 나가는 경우가 있었고, 국내 전국 육상경기에서도 제 1허들을 차는 경우가 빈번하게 나타나고 있다(Choi, 2006).

이와 같이 남자 110 m 허들경기에서 제 1허들의 허들링은 매우 중요한 의미를 가지고 있으나 선행연구는 매우 미비한 실정이다. 또한 제 1허들의 허들링을 연구한 연구들은 대부분이 운동학적 연구에 국한되고 있어(Yoon, 1999, Son, 1999) 선수들이 스타트 구간에서 획득한 속도를 첫 허들링의 발구름에 어떻게 전달하고 있는지를 알아보는 운동역학적인 측면의 연구가 필요한 상황이다.

이에 본 연구에서는 우수선수집단(SG)과 비 우수선수집단(LSG)간의 제 1허들에 대한 운동역학적 비교 분석을 통하여 제 1 허들링에 대한 효과적인 움직임에는 어떤 변인

들이 작용하는지 알아보고 110 m 허들 선수들의 기술향상을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구를 위해 실험에 참여한 대상자는 국가대표상비군 이상의 경험이 있는 허들선수 중 2009, 2010년 전국대회에서 입상성적이 있는 SG 5명(체중 평균:  $75.2 \pm 3.1$  kg, 신장 평균:  $1.82 \pm 0.02$  m, 나이 평균:  $23.8 \pm 1.9$  yrs)과 입상 성적이 없는 LSG 5명(체중 평균:  $73.2 \pm 8$  kg, 신장 평균:  $1.79 \pm 0.04$  m, 나이 평균:  $25 \pm 2.9$  yrs)으로 선정하였으며, 실험전 본 실험에 대한 설명을 충실히 수행한 후 실험동의서를 획득하였다.

### 2. 실험 절차

단거리 110 m 허들 선수들의 첫 번째 허들에 대한 SG와 LSG의 운동학적 및 운동역학적 요인을 비교 분석하기 위해 K대학교 운동 역학실에서 실험이 실시되었다. 실제의 허들링 상황을 가장 근접하게 구현하기 위하여 실제 경기장의 조건과 같은 총 20 m의 우레탄 트랙을 실험실에 설치하여 선수들이 스파이크화를 신고 달릴 수 있는 환경을 설정하였다. 또한 선수들의 첫 번째 점프가 이루어지는 곳에 허들(Star, zm551)을 설치하여 실험 환경을 만든 다음 실시하였다.

총 12대의 적외선 카메라(Oqus 500, Qualisys)와 1대의 지면 반력기(Kistler, Type9286A)가 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 사용되었으며 각각의 자료획득률(sampling frequency)은 200 Hz와 1000 Hz로 설정하였다. 카메라는 정면에 2대, 전·측면에 4대, 후·측면에 4대, 후면에 2대를 배치하여 관절 및 분절의 명확한 3차원 데이터를 획득

할 수 있게 하였으며, 지면반력기는 사전에 조사한 선수의 첫 허들을 넘을 때 디디는 부분에 설치하였다(Figure 1).

총 14개의 분절(머리, 몸통, 좌·우 팔, 전완, 상완, 발, 하퇴, 대퇴)을 가진 강체모델(rigid-linked human body model)이 본 연구의 목적을 수행하기 위하여 사용되었다. 허들링 동작중 연구대상자의 각 관절 중심과 인체분절의 위치정보를 확보하기 위하여 총 77개(상지 : 38, 하지 : 39)의 반사마커를 인체에 부착하였으며 신체 해부학적 상태를 고려한 자료를 획득하기 위하여 실험전 스탠딩 캘리브레이션(standing calibration)을 실시하였다(Figure 2).

실험 전 선수들의 기량이 최대한 발휘 될 수 있도록 충분히 워밍업 후 실시하였다. 허들 스타트 시 선수가 집중할 수 있도록 주위의 소음을 차단하였으며, 출발 시 “제자리에, 차렷” 후 스타트 건(gun)을 이용하여 출발 신호와 동시에 촬영을 시작하였다. 이 때, 촬영의 일관성을 위하여 스타트 건(gun)을 사용하는 실험자 1인이 대상자 10명에게 같은 신호를 똑같이 보내도록 하였으며, 신호와 동시에 촬영버튼을 누르게끔 지시하였다. 실시 횟수는 각 대상자별 5회로 하였다.

### 3. 자료 분석 및 분석구간

정량적 분석(quantitative analysis)을 위하여 모든 카메라는 실험전 NLT(Nonlinear Transformation)방법을 사용하여 캘리브레이션 되었다. QTM(Qualisys Tracking Manager)를 통하여 12대의 카메라로부터 획득한 반사마커들의 3차원 위치좌표는 4차 Butterworth 저역필터를 사용하여 random error를 최소화 하였으며 이때 차단 주파수(cut-off frequency)는 9 Hz로 설정하였다.

또한 산출된 데이터를 각 피험자에 대하여 표준화하기 위해 각 대상자 별 소요된 구간별 프레임 수를 구간별 소요시간으로 나눠 백분율로 나타내었다. 지면반력 자료는 체중을 통해 야기될 수 있는 대상자의 차이를 배제하기 위하여 모

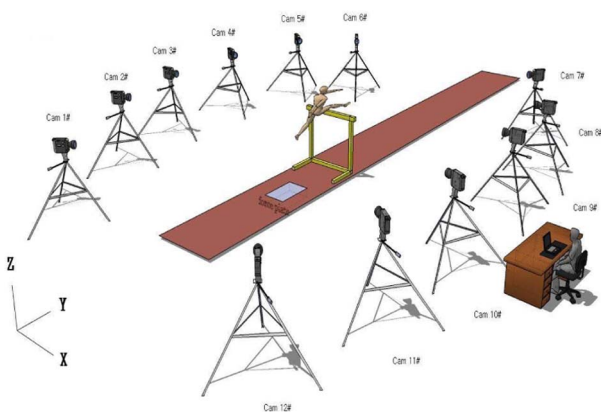


Figure 1. Camera set-up

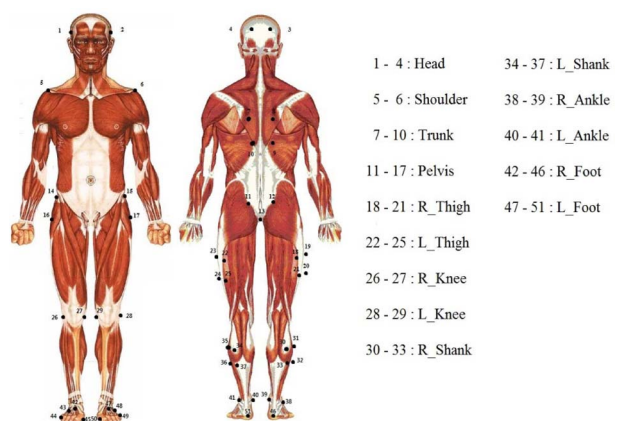


Figure 2. Marker set

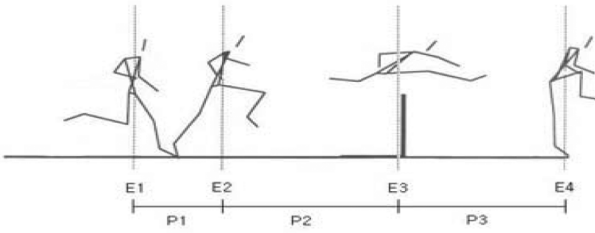


Figure 3. Experimental events & phases

든 변인을 각 대상자의 신체 질량으로 표준화 하였다. 본 연구의 목적을 수행하기 위하여 선수들의 제 1허들에 대한 동작을 총 4개의 이벤트(E)와 3개의 국면(P)으로 나누어 분석하였으며 각 이벤트와 국면의 설명은 다음과 같다(Figure 3).

1) 이벤트 설정

- (1) E1 : 점프 발이 지면에 닿는 순간
- (2) E2 : 점프 발의 이지 순간
- (3) E3 : 허들 위에서의 신체중심 최대 높이
- (4) E4 : 착지 발이 지면에 닿는 순간

2) 국면 설정

- (1) P1 (점프구간: E1-E2): 허들을 넘기 위해 도약하는 발이 지면에 닿는 순간부터 발이 지면에서 떨어지는 순간까지
- (2) P2 (허들링구간: E2-E3): 점프발이 지면과 떨어지는 순간부터 신체중심이 허들위에서 가장 높은 순간까지
- (3) P3 (착지구간: E3-E4): 신체중심이 가장 높은 순간부터 착지하는 발이 지면에 닿는 순간까지

4. 통계처리

본 연구에서 집단간의 유의한 차이를 알아보기 위하여 독립 t-test가 수행되었으며 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 결 과

본 연구는 국가대표 상비군 이상의 경험이 있는 허들 선수 중 최근 1년간 허들경기 입상 성적이 있는 14초대의 우수선수 5명(SG)과 입상성적이 없으며 경기 출전경험이 적은 15초대의 비 우수선수 5명(LSG)을 대상으로 제 1허들에 대한 운동역학적 (biomechanical) 요인을 비교 분석하였다. 이를 위해 시간요인, 거리요인, 각도요인, 각속도요인, 지면 반력을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

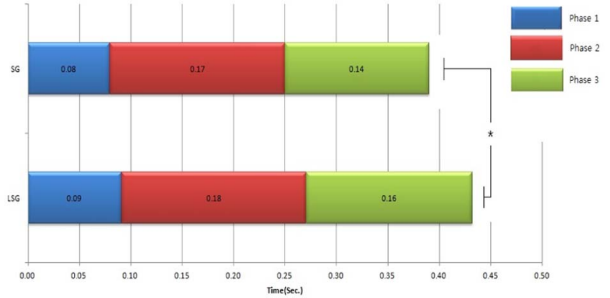


Figure 4. Elapsed time for each phases

1. 시간요인

제 1허들을 통과함에 있어 SG는 모든 국면에서 LSG에 비하여 빠른 움직임을 보였으나 통계적으로 차이는 없었다(Figure 4). 그러나 이러한 움직임을 종합한 전체 허들링 시간에서는 각각 평균  $0.39 \pm 0.03$  s,  $0.43 \pm 0.03$  s을 나타내면서 빠른 이동 속도를 보이며 통계적으로 유의한 차이 ( $p < 0.5$ )가 나타났다.

2. 거리요인

본 연구에서 구해진 거리요인은 제 1 허들링시 보폭과 신체중심의 최대 높이였다. 연구결과 제 1허들에 대한 보폭은 우수 집단이 비 우수 집단에 비하여 짧은 보폭을 나타낸 반면, 신체 중심의 최대 높이는 우수 집단이 비 우수 집단에 비하여 신체중심을 높게 유지하는 것으로 나타났다(Table 1). 그러나 두가지 거리요인 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3. 각도 및 각속도요인

본 연구에서 상체 전경각도는 시상면에서 구하여졌으며, 각도의 정의는 고관절과 어깨관절의 중심을 연결한 벡터가 지면과 이루는 각도로 설정하였다. 상체 전경각도는 착지순간인 E4에서 SG가 LSG보다 통계적으로 유의하게 전경각의 크기를 작게 유지하며 넘는 모습을 ( $67.9 \pm 6.9$  deg. vs.  $78.5 \pm 5.1$  deg.) 나타내었다( $p < .05$ , Figure 5). 또한 신체중심의 최대 높이 지점인 E3에서 SG가 LSG에 비하여

Table 1. Distance factors for the first hurdling (Unit: m)

	SG	LSG	t-value
Step Length	$3.71 \pm 0.17$	$3.82 \pm 0.31$	-.665
Max COM Height	$1.44 \pm 0.14$	$1.38 \pm 0.20$	.877

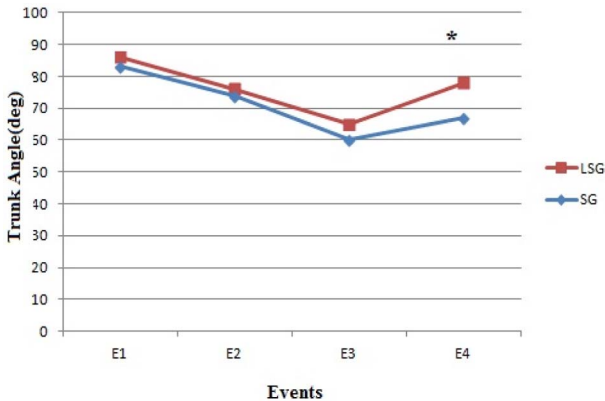


Figure 5. Trunk angles of each events

Table 2. Trunk angular velocities of each events (Unit. deg./s)

	E1	E2	E3*	E4
SG	-98.6 ±23.8	-132.9 ±18.6	30.7 ±12.0	22.8 ±4.3
LSG	-102.8 ±37.8	-123.8 ±21.2	59.9 ±17.9	26.6 ±10.8
t-value	0.214	-0.720	-3.021	-0.741

\*indicates  $p < .05$

낮은 각속도(30.7±12.0 deg./s vs. 59.9±17.9 deg./s)를 나타내었다( $p < .05$ , Table 2).

#### 4. 첫발의 지면반력

본 연구의 목적을 수행하기 위하여 선수들이 허들을 넘을 때 발휘하는 최대 지면반력을 측정하였다. 본 연구결과 전후를 나타내는 최대 수평 반력에서 유의한 차이는 나타나지 않았으며(Table 3, Figure 6), 최대 수직 반력에서 우수 집단이 5.12±0.40 N/Bw, 비 우수 집단이 6.51±22 N/Bw로 비 우수 집단이 우수 집단에 비하여 수직반력이 큰 것으로 나타나면서 통계적으로 유의한 차이( $p < .05$ )가 나타났다(Table 3, Figure 7).

### IV. 논 의

본 연구는 남자 110 m 허들경기의 제 1허들의 허들링 기술에 대한 중요성을 인지하고 최근 1년간 국내 허들경기 입상경력이 있는 14초 대의 우수선수 5명(SG)과 입상경력이 없으며 출전 경험이 적은 15초대 비우수 선수 5명(LSG)을 대상으로 출발로부터 제 1 허들링이 완료되는 순간까지를 운동역학적으로 분석하였다. 이러한 목적을 수행하기 위하여 선수들의 허들링시 시간요인, 거리요인, 각도

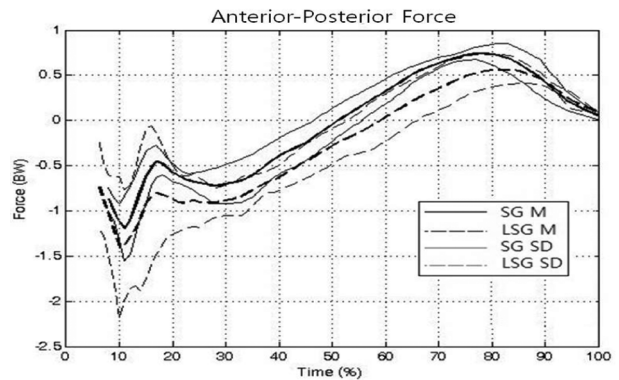


Figure 6. A-P GRF

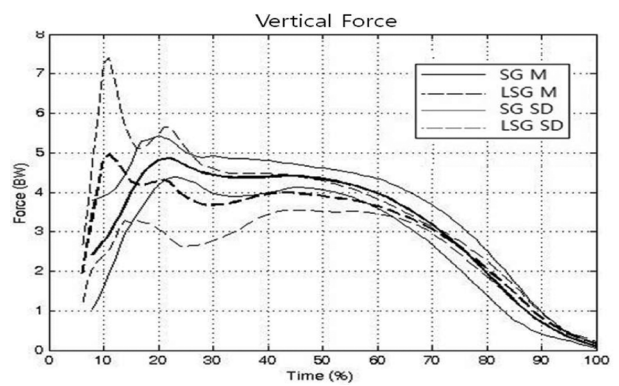


Figure 7. Vertical GRF

Table 3. Peak A-P and vertical ground reaction forces

	(Unit. N/bw)		
	Breaking	Propulsive	Vertical*
SG	-1.28±0.33	0.77±0.09	5.12±0.40
LSG	-1.83±0.78	0.58±0.17	6.51±1.22
t-value	1.462	2.207	-2.422

\*indicates  $p < .05$

요인, 각속도 요인, 그리고 지면반력 요인을 분석하였다.

본 연구결과 두 그룹 사이에 각 국면별에서는 소요시간의 차이가 나타나지 않았으나, 전체 허들링 시간에서는 통계적으로 유의하게 SG가 LSG에 비하여 빠른 결과를 나타내었다( $p < .05$ ). 이러한 결과는 Yoon(1999)의 연구에서 SG가 LSG에 비해 빠른 소요시간을 보인다는 연구와 유사한 결과를 나타내고 있으며, 스타트 후 15m에서 발생하는 균형성, 리듬, 운동량이 기록에 가장 크게 영향을 미친다는 연구(Goss, 1991)를 뒷받침 해주고 있다. 또한 각 국면별 그룹간의 통계적인 시간 차이는 보이지 않으나, 전체 허들링 시간의 통계적인 차이를 보인 결과는 본 연구의 실험대상자의 수에 기인한다고 보인다. 즉, 본 연구의 결과에서는 제시되지 않았으나 통계적인 검증값인 t 값은 구간별

로 -1.119~-1.912의 범위에 있었고 p 값도 .6~.8 사이의 결과를 나타내고 있어 보다 많은 연구대상자를 확보하였다면 구간별로 통계적인 차이를 발견할 수 있었을 것으로 생각된다. 또한 <Figure 4>에서 제시된바와 같이 SG는 허들링 기술의 시작(P1)보다는 마무리단계(P3)에서 LSG와 더 큰 시간 차이를 보였다. 이러한 패턴은 SG와 LSG를 구분할 수 있는 좋은 근거라고 할 수 있다. 즉 <Table 1>에서 제시된 것처럼 SG가 LSG에 비하여 높은 COM 위치를 가지고 있음에도 불구하고 짧은 구간시간(P3)을 보여주고 있다는 점은 SG가 P3에서 큰 전진 낙하 속도를 생성하고 이러한 결과는 다음번 허들을 넘기 위한 빠른 3보 4스텝의 만드는 도움을 주고 있다는 방증이라 할 수 있다.

두 번째, 제 1허들을 넘는 과정에서 나타나는 보폭과 신체중심의 위치의 경우 보폭에서 SG가 약 10 cm 짧게, 신체중심의 최대 높이에서 SG가 LSG보다 약 5 cm가량 높게 나타나면서 소요시간이 빨랐다는 것은, 동작의 변화가 SG가 매우 빠르다는 것을 나타내고 있다. 그러나 허들을 넘기 위한 최적의 신체중심의 최대 높이가 120 cm라는 (Park, 1996) 연구 결과와는 현저한 차이가 나타나면서 효과적인 허들링을 구사하기 위해선 좀 더 낮은 자세로 신체중심을 유지해야 한다는 것을 알 수 있었다. 이것은 훈련상황에서 의도적으로 낮게 유지하여 지속해야 한다는 점을 시사해주고 있다.

세 번째, 착지구간의 전경각도에서 SG와 LSG가 유의한 차이를 보이면서 SG가 상대적으로 작은 각도를 유지하며 허들링을 구사하는 것을 볼 수 있었다. 이 결과는 Lee (2008)의 연구에서 보고된 우수선수일수록 도약과 착지구간에서 낮은 자세로 유지하며 넘는 기술적 차이가 존재한다는 것을 뒷받침 해주고 있다. 한편, 허들링구간인 공중에서는 LSG가 SG에 비해 상체 전경각도의 각속도가 높게 나타나면서 유의한 차이를 보였다. 이것은 LSG가 상하의 움직임에 큰 변화를 시도하는 것으로 보여지며, 이는 Goss(1991)가 주장한 신체중심의 상하 이동을 최소화해야 한다는 연구결과에 비효과적 동작을 취하고 있다는 것을 나타낸다. 이 결과에 따르면 효과적인 허들링을 구사하기 위해선 전경각의 크기보다 신체중심에 대해 최소한의 변화를 주는 전경각 속도의 변화훈련을 적극 도입해야 할 것으로 추측된다.

본 연구는 제 1허들을 기술력 차이를 규명하기 위한 방법으로 운동학적 분석과 함께 직접적으로 신체중심의 제동력과 추진력에 영향을 주는 3차원 지면반력을 분석하여 비교하였다. 이 결과에 따르면 LSG의 경우 신체중심의 높이에 직접적으로 영향을 미치는 최대 수직반력에서 SG보다 약 1.4 N/Bw 높은 수치를 기록하면서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 또한 통계적인 유의차이가 나타나지 않았으나, 지면 반력의 제동력을 나타내는 전-후 지면반력

에서 SG가 약 0.5 N/Bw의 힘으로 제동이 발생하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 SG가 LSG에 비해 도약구간에서 수평속도를 잃지 않고 이동 한다는 것을 짐작할 수 있다.

110 m 허들경기의 제 1허들에 대한 운동역학적 기술차이를 분석한 결과를 종합해 보면, 제 1허들을 넘기 위한 도약구간부터 착지 순간까지 전반적으로 우수 선수가 비 우수선수에 비해 동작의 변화를 최소화 한다는 것을 관찰할 수 있었으며, 특히 허들을 넘기 위한 수평속도에 영향을 미치는 지면반력에서 우수선수가 추진력을 감소시키지 않으며 넘는 것으로 나타났다. 따라서 제 1허들의 성공적인 수행을 위해서는 무엇보다도 허들 도입구간에서 추진력을 발생시키는 발구름과 동시에 최소의 동작 변화를 실시하는 훈련이 필요할 것으로 판단된다.

## V. 결 론

본 연구는 110 m 남자 허들경기 우수선수 5명, 비 우수선수 5명을 대상으로 제 1허들에 대한 기술을 도약구간, 허들링구간, 착지구간으로 나누어 구간별 소요시간, 보폭, 신체중심의 최대 높이, 상체 전경각의 각도-각속도, 지면반력을 분석하여 제 1허들을 빠르게 넘기 위한 효과적인 움직임을 판단하고자 하였다. 분석 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 허들링 후 지면에 닿는 착지구간에서 상체 전경의 각도는 SG가 LSG에 비해 작게 유지하며 넘는 것으로 나타나며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 둘째, 상체 전경의 각속도에서 LSG가 SG에 비해 허들링구간인 공중에서 큰 각속도를 보이며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 셋째, 점프가 이루어지는 도약구간에서 LSG가 SG에 비해 최대 수직 지면반력이 큰 값을 나타내며 유의한 차이가 나타났다.

향후 이와 관련된 연구와 함께 제 2, 제 3허들에 대한 운동역학적 연구가 병행이 된다면 단거리경기에서 중요시 되는 초기 운동에너지에 영향을 미치는 요인을 분석할 수 있을 것이다. 또한 근 활동량 연구 및 110 m 허들경기의 기록에 영향을 미치는 다양한 접근의 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- Choi, J. D.(2006). *The Biomechanical Analysis of 110m Hurdling Motion*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Chonbuk National University.
- Gil, H. J.(2011). *The Biomechanical Analysis of First Hurdle in Men's 110m Hurdle Between Skilled and Less-Skilled Hurdle Players*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Korea National Sport University, Seoul.
- Goss, M.(1991). Horizontal velocity is hurdling. *Track & Field*,

- 191(1), 29-33.
- Kang, S. H., & Lim, C. H.(2002). Analysis of Motion in 110m Hurdle Races. *The Korean Journal of Physical Education*, 41(4), 557-568.
- Kim, E. H., & Kim, J. I.(1990). Biomechanical Analysis and Application of Hurdling-Running Hurdle Stride in 400M Hurdle. *Sports Science Institute YongIn University*, 593-352.
- Lee, J. H.(2004). The kinematic analysis of the Hurdling of Men's 110m Hurdle. *Korean journal of sport biomechanics*, 14(1), 83-98.
- Lee, J. H.(2008). *Biomechanical analysis of 110m hurdles*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate school of KyungHee University.
- Lee, J. T.(2009). Kinematic Analysis of Hurdling of Elite 110-m Hurdlers. *Korean journal of sport biomechanics*, 19(4), 761-770.
- Lim, K. C., Chung, C. S., & Lee, M. K.(1994). The Kinetic Analysis of the Men' 110m Hurdling Motion. *Sports Science Institute Seoul Univ*, 19(2), 57-74.
- Mann, R., & Herman, J.(1985). Kinematics Analysis of Olympic hurdle performance:Women's 100meter. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1, 163-173.
- McDonald, C., & Dapena, J.(1991). Liner kinematics of the men's 110m and women's 110m hurdles races. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1382-1391.
- Myers, L.(1986). The hurdles. *Track & Field*, 86(4), 17-18.
- Nickson, T. R.(1984). A logical approach to improve hurdling technique. *Track & Field*, 84(2), 32-33.
- Park, C. H.(1996). *Training for Hurdling*. Pusan: Saejong Inc.
- Rallins, M.(1986). Hurdling. *Track & Field*, 86(4), 14.
- Ryu, J. K., Lee, J. H. & Kim, H. Y.(2006). The kinematic analysis of three strides for interval phase between the fourth and the fifth hurdle in the 110m high hurdles run. *Korean Journal of Physical Education*, 45, 465-472.
- Schnier, B.(1986). Hurdling. *Track & Field*, 86(4), 15-16.
- Son, M. J. (1999). *Kinematic analysis of the 1st hurdling in Men's 110m Hurdle Players*. Unpublished Master's Dissertation Chonbuk National University.
- Tsarouchas, L., Papadopoulos, K., Kalanmaras, K. & Giavroglou, G.(1993). Approach phase for the clearance of the hurdle in the 110m high hurdles run. *Track & Field*, 93(1), 40-45.
- Walker, J. (1991). Hurdling. *Track & Field*. 91(1), 27-28.
- Yoon, T. G.(1999). *Kinematical analysis of 110M Hurdling motion: in relation to the first hurdling*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of SungKyunKwan University.