



한국운동역학회지, 2004, 제14권 1호, pp. 83-98
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 1, pp. 83-98

남자 국가대표 110m허들선수의 허들동작에 관한 운동학적 분석

이정호*(한국체육대학교)

ABSTRACT

The kinematic analysis of the Hurdling of Men's 110m Hurdle

Lee, Jung-ho*(Korea National Sports University)

J. H. LEE, The kinematic analysis of the Hurdling of Men's 110m Hurdle. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 1, pp. 83-98, 2004. The purpose of this study was to determine the kinematic variables of the hurdling for a Korea record holder (A) and a national hurdle representative (B). After the kinematic variables such as the distance and the distance and height of C.G., the velocity and the angle were analyzed about the hurdling. The results were summarized as follows;

1. In terms of the distance and the height of C.G., subject A showed long in horizontal distance from C.G. to the take-off phase, but showed short in the landing phase. Subject B showed short in horizontal distance from C.G. to the take-off phase, and showed long in the landing phase.
2. In terms of the velocity of C.G., Subject A showed fast C.G. velocity in horizontal direction

투 고 일 : 2004년 2월 26일 접수

심 사 일 : 2004년 3월 8일

심사완료일 : 2004년 3월 29일

* Corresponding Author, 시간강사, 138-858 서울시 송파구 오금동 84-7 대하빌라 가동 102

연락처 : leejungho110@korea.com Tel : 011-784-6205

to the braking phase, Subject A and B showed slower C.G velocity in the landing phase, but Subject A showed height C.G velocity in vertical direction to the to the take-off, the landing, and propulsion phase.

3. In terms of the angle of C.G and lean of C.G to front at the braking and the take-off phase. Subject A kept the less angle in the maximum trunk lean to front at the flight phase as comparison with Subject B.
4. In terms of the velocity of the knee and the ankle joint. Subject A showed fast in the resultant velocity of the left ankle joint the take-off phase, but showed slow in the left knee joint. Subject B showed fast in the resultant velocity of the left knee joint the take-off phase, but showed slow in the right knee and the right ankle joint.

KEY WORDS : KINEMATIC ANALYSIS, 110M HURDLES, HURDLE, HURDLING, MOTION

I. 서 론

육상경기는 달리고, 뛰고, 던지는 것을 기본으로 하는 경기로서 다른 모든 스포츠에서도 이 동작에 의해 이루어지고 있다. 이처럼 육상경기는 인간이 움직이려는 기본적인 동작에 의해 시간과 거리에 의해 승부가 나타나는 시원스럽고 독특한 경기이다.

그 중 허들경기는 빠른 스피드와 점프력 그리고 허들을 넘기 위한 유연한 허들동작과 리듬감이 적절하게 혼합된 경기로서 허들종목으로 여자 100m허들, 남자 110m허들의 직선경기와 400m허들종목이 있다.

남자 110m허들 경기는 허들높이 1.067m, 허들구간 9.14m의 간격으로 10대의 허들을 넘는 대표적인 종목이며, 전체 구간을 특성상 스타트(start), 허들링(hurdling), 인터벌(interval), 피니쉬(finish)로 크게 나눌 수 있다. 이들 구간 중에 허들 스타트와 첫 번째 허들의 허들링은 고도의 기술이 요구되는 구간으로 기록에 가장 크게 영향을 미치고 있다(Mann & Herman, 1985).

Balakhnishev (1981)은 허들경기의 스피드와 허들링 그리고, 리듬 이 세가지의 주된 요인이 적절하게 혼합되어 장애물에 대한 인간의 극한 상황을 처리할 수 있는 능력을 발휘하는 결정체라 하였다.

따라서 허들의 기록 단축과 허들링시 신체의 동작을 과학적으로 분석하는 일은 경기력 향상을 위해 의미 있는 일이다. 그동안 허들 경기에 관한 연구는 다각적으로 이루어지고 있다. Brent (1981)는 허들을 이지동작, 착지동작, 인터벌 구간으로 나누어 역학적 특성을 제시했으며, McInnis (1981)은 허

들동작과 구간 질주시 스프린트의 동작을 분석하였으며, John Morris(1983)는 허들을 이치동작, 비행동작, 착지동작, 인터벌 구간으로 구분해 동작의 특징을 체계화하였다.

Nickson (1984)은 허들기술의 향상을 위한 논리적인 접근과 허들링 동작에 대하여 분석하였으며, Lafortune(1988)은 110m허들동작을 운동학적 분석으로 경기력향상을 위한 기술평가를 제시하였다. Li (1990)는 110m허들의 이지와 착지동작에 대한 기술을 제시하였으며, Mc Donald & Dapena (1991a, 1991b)와 Walker (1991)등은 허들경기의 4번째 허들구간에서 주요 운동학적 변인과 운동역학적 변인들을 연구하였다. Tsarouchas 등(1993) 허들간 거리를 준비구간, 허들구간, 접지구간, 회복구간의 4구간으로 나누어 신체중심의 수평속도, 수직속도, 소요시간, 보폭, 전신의 각운동량을 연구하였으며, Milan (2003)은 110m 허들의 우수선수를 대상으로 착지시와 이지시 무릎각도와 몸 전체중심의 위치와 발의 이동거리에 관하여 연구하였다. 국내의 경우 임 (1995)은 4번째 허들링 동작을 준비구간, 허들구간, 접지구간으로 나누어 각 구간에 대한 주요 운동학적 변인과 운동역학적 변인을 분석하였다.

윤 (1997)은 허들구간에서 허들링의 운동학적 및 운동역학적 분석을 수행했으며, 신과 최 (1997)는 4번째 허들링 동작을 운동학적으로 구명하였다. 강과 임(2002)은 허들동작을 분석하여 선운동과 각운동으로 나누어 기술평가와 개선에 대하여 제시하였다. 이와 같이 허들에 관한 연구는 국내·외 다소 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 대부분 허들 한 두 대를 설치하여 분석하고, 실제 상황보다 실험 상황에서 이루어지고 있다. 또한 선정된 대상자는 기술적으로 성숙하지 못해 현장 적용에 한계점을 가지고 있으며, 숙련자를 대상으로 기록향상을 위한 연구가 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구는 실제시합상황에서 한국기록보유자 및 국내상위에 랭크한 우수선수를 대상으로 주요 운동학적 분석을 통하여 세계신기록보유자인 콜린잭슨에 대한 운동학적 허들기술을 국내선수와 비교 분석하여 국제대회 및 올림픽에서 상위입상을 위한 경기력 향상에 목적을 둔다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 2002부산아시아경기대회 및 아시아육상경기선수권대회 파견 최종(국가대표)선발대회에서 남자 110m 허들경기에서 우승자(이하A)와 2위 입상자를(이하B)를 선정하였으며, 110m허들 세계신기록보유자인 콜린잭슨(이하C)과 이들에 대한 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특성

대상자	신장 (cm)	질량 (kg)	최고기록 (sec)	대회 기록 (sec)	나이 (age)	경력 (yrs)
A	183	80	13"95	14"17	30	13
B	181	74	14"07	14"37	23	10
C	182	75	12"91	13"11	32	17

A: 우승자(한국기록보유자) B: 2위 입상자
C: 세계신기록보유자

3. 실험절차

본 연구의 실험은 110m허들의 실제 경기 상황에서 이루어졌으며, 촬영에 앞서 <그림 1>과 같이 공간 좌표 설정을 위해 1m 간격의 통제점을 가진 높이 2m인 통제 폴(pole)을 동작이 이루어지는 제 2허들을 중심으로 양쪽에 각각 3개씩을 설치한 후, 허들을 중심으로부터 10m거리에 Panasonic D-5100 비디오카메라를 대상자의 운동 방향 오른쪽에 2대, 왼쪽에 2대 총 4대의 카메라를 설치했다. 시합 전 4대의 카메라를 작동시켜 통제 폴을 촬영한 다음 통제 폴을 제거한 후 허들링 동작을 촬영했다. 이 때 필름 속도는 30f/s, 노출 시간은 1/500s로 조정되었다.

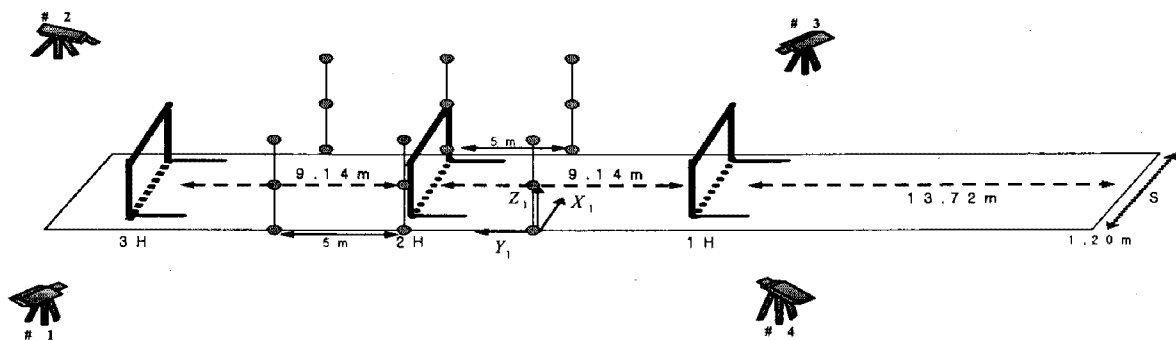


그림 1. 촬영 배치도

2. 자료분석

본 연구의 분석 구간은 허들을 넘기 전 최종 오른발 착지에서 허들을 넘은 후 왼발 착지까지로 제한하였으며, 전역좌표 설정은 운동 방향에 대해 제 1 허들 왼쪽 후방 5m에 세운 통제 폴에 운동 방향을 Y, 수직 방향을 Z, 두 벡타의 외적을 X로 설정했다. 허들링의 실공간 좌표를 얻기 위해 허들 상단 양끝을 포함해 22개의 인체 관절점을 좌표화했으며, 인체 분절 지수는 Plagenhoef (1983)의 자료를 이용했다. 좌표값은 저역 통과 필터(lowpass filter) 방법을 이용해 보정했으며, 이 때 Cutoff

frequency는 6.0Hz를 이용했다. 경기장면에서 오는 어려움 때문에 Approach 국면시 오른발 착지 순간을 찾아 각 카메라에서 얻은 좌표값을 동조화했다. 본 연구에서는 다음과 같은 운동학적(kinematic)변인을 산출했다<그림 2>.

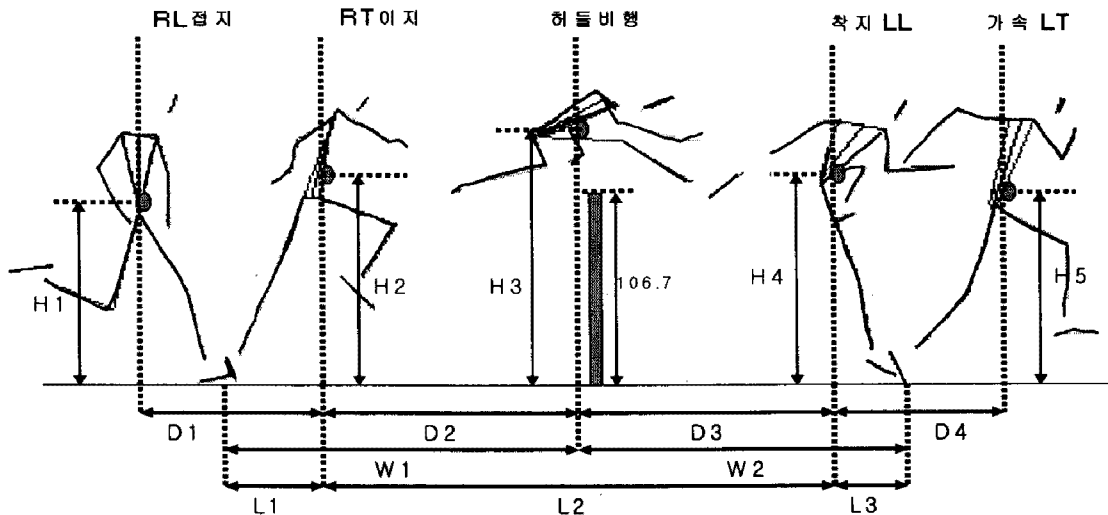


그림 2. 허들동작시 수직 및 수평거리

오른발 접지시 신체중심과 이지시 신체중심간의 수평거리(D1), 오른발 이지시 신체중심과 허들 비행시 최고정점간 신체중심 수평거리(D2), 허들비행시 최고정점의 신체중심과 왼발 착지시 신체중심간의 수평거리(D3), 왼발착지시 신체중심과 가속시 신체중심간의 수평거리(D4), 오른발 접지시 지면과 신체중심간의 수직높이(H1), 오른발 이지시 지면과 신체중심간의 수직높이(H2), 허들 비행시 지면과 신체중심간의 수직높이(H3), 왼발 착지시 지면과 신체중심간의 수직높이(H4), 왼발 가속시 지면과 신체중심간의 수직높이(H5), 오른발 이지에서 허들 비행시 신체중심간의 수평거리(W1), 허들 비행시 신체중심에서 왼발 착지간의 수평거리(W2), 오른발 이지에서 신체중심과의 수평거리(L1), 오른발 이지시 신체중심과 왼발 착지시 신체중심간의 수평거리(L2), 왼발착지시 신체중심과 착지간의 수평거리(L3)를 분석하였다.

<그림 3>에서 보는바와 같이 신체중심각은 접지 및 착지 순간 발목에서 신체 중심으로 향한 벡터와 시계 반대 방향의 지면사이의 각과 이지 및 가속 순간 발목에서 신체 중심으로 향한 벡터와 시계 방향의 지면사이의 각으로 정의하였다. 상체전경각은 수직축과 신체중심에서 양 어깨 중심(中心)까지의 벡터가 이루는 각으로서 수직축과 신체중심에서 앞으로 숙여지는 양어깨의 벡터가 이루는 각으로 정의 하였다.

또한 허들동작시 오른발 접지 국면부터 왼발 가속 국면까지 수평 및 수직속도와 합성 속도 그리고 무릎과 발목관절의 허들링 스윙 속도를 알아보았다. 위 운동학적 변인결과는 두 선수간의 상대비교를 통하여 분석하였으며, Milan(2003)의 2002 Slovenia 세계육상선수권대회에서 세계신기록보유자

인 콜린잭슨을 대상으로 연구분석한 자료와 Helmar(1995)와 Amelia(1999)등의 연구분석자료를 대상으로 기술분석과 자료를 참고하였다.

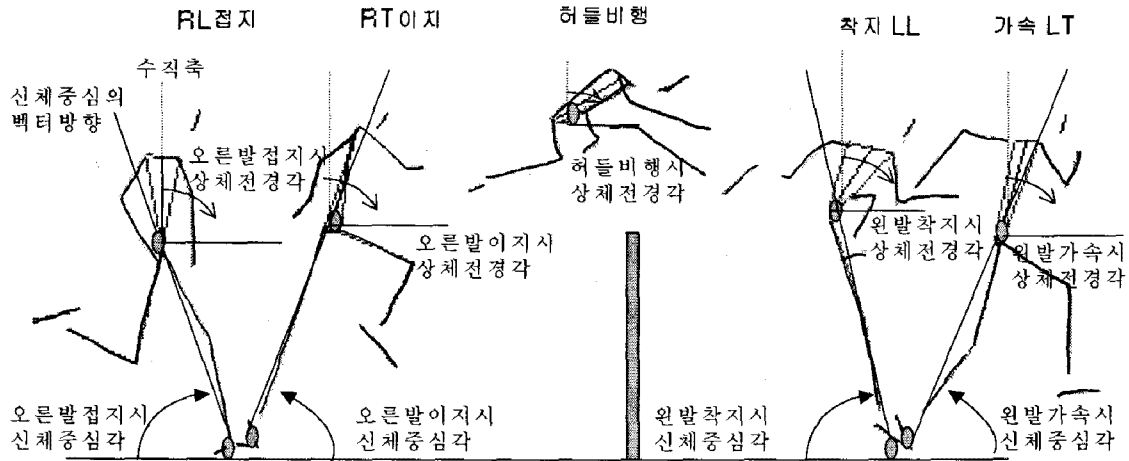


그림 3. 허들동작시 각 정의

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 허들동작시 신체중심의 수직 및 수평거리

허들동작시 신체중심의 수직 및 수평거리를 분석한 결과는 다음<표 2>와 같다.

접지구간에서 가속구간까지의 신체중심 수평거리 D1, D2, D3, D4와 <그림 4>에 대한 분석은 A선수의 경우 접지에서 이지까지의 D1과 이지에서 허들비행까지의 D2는 B선수의 D1과 D2보다 길었으며, 허들비행에서 착지까지의 D3와 착지에서 가속까지의 D4에서는 B선수보다 짧은 거리를 보이며 허들동작을 수행하였다. 즉 A선수는 접지에서 이지까지 허들을 넘기위한 준비동작으로 접지단계에서 신체중심을 앞으로 이동시키지 못하여 수평거리가 길어진 것으로 보이며, 이지에서 허들비행까지의 거리는 A선수가 B선수보다 긴 비행거리를 보이며 허들동작을 수행하였다. B선수는 접지시 D1에서 A선수와 유사한 거리를 보였으며, 이지시 D2에서는 C선수와 유사한 거리를 보였다. C선수는 D1에서 상당히 짧은 거리로 신체중심을 이동시켜 허들동작을 수행하면서 안정된 자세로 허들비행을 위한 이지동작을 수행하였다.

표 2. 허들 동작시 신체중심의 수직 및 수평거리

허들동작 분석	단위	A	B	C
D1 오른발 접지시 신체중심과 이지시 신체중심간의 수평거리	cm	109.7	105.5	84
D2 오른발 이지시 신체중심과 허들비행시 최고정점간의신체중심수평거리	cm	263.7	253.0	256
D3 허들 비행시 최고정점과 왼발 착지시 신체중심간의 수평거리	cm	129.8	146.2	153
D4 왼발 착지시 신체중심과 가속시 신체중심간의 수평거리	cm	70.5	72.2	70
H1 오른발 접지시 지면과 신체중심간의 수직높이	cm	101.1	94.3	95
H2 오른발 이지시 지면과 신체중심간의 수직높이	cm	114.2	109.7	108
H3 허들 비행시 지면과 신체중심간의 수직높이	cm	131.9	131.6	144
H4 왼발 착지시 지면과 신체중심간의 수직높이	cm	118.3	108.9	115
H5 왼발 가속시 지면과 신체중심간의 수직높이	cm	107.2	103.6	106
W1 오른발 이지에서 허들비행시 신체중심간의 수평거리	cm	225.5	210.3	209
W2 허들비행시 신체중심에서 왼발 착지간의 수평거리	cm	129.8	146.2	158
L1 오른발 이지에서 신체중심간의 수평거리	cm	48.0	44.2	37
L2 오른발 이지시 신체중심과 왼발 착지시 신체중심간의 수평거리	cm	294.8	285.8	325
L3 왼발착지시 신체중심간의 수평거리	cm	12.5	26.5	5

A: 우승자(한국기록보유자) B: 2위 입상자
C: 세계신기록보유자

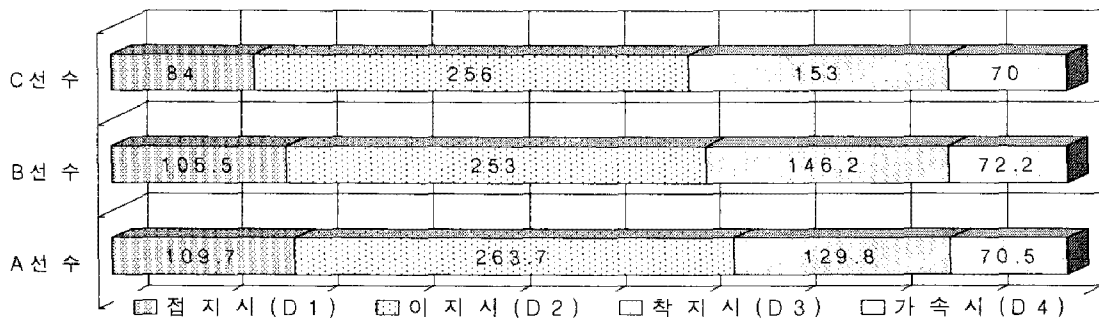


그림 4. 신체중심의 수평거리

착지시 D3와 가속시 D4는 A선수가 상당히 짧은 거리를 보이고 있으며, B선수는 A선수보다 긴 거리를 보였다. C선수는 허들 비행거리를 길게 가진 반면 D3과 D4에서 짧은 거리를 보였다. 그러므로 A선수는 D1과 D2까지의 거리를 길게 가짐으로 D3과 D4를 짧게 가지고 가는 형태의 허들동작을 수행하고, B선수는 D1과 D2에서 짧은 거리를 가진 반면 D3과 D4에서 상당히 긴 거리를 가지고 허들동작을 수행한 것으로 나타났다. C선수는 D1에서 상당히 짧게 이동하고, D2를 길게 하며, D3와 D4에서 짧은 형태의 허들동작을 수행하였다. 즉 접지시와 이지시 빠른 이동과 긴 비행동작은 허들

을 가능한 빠르게 넘기 위한 준비자세이며, 다시 착지시와 가속시에서 짧은 거리를 보이는 것은 착지 후 안정된 자세를 유지하고 빠른 가속구간의 이동과 추진을 얻기 위한 효율적인 동작이라 판단된다.

허들동작시 신체중심의 수직높이 H1, H2, H3, H4, H5와 <그림 5>에 대한 분석은 A선수의 경우 접지시 H1과 이지시 H2 및 착지시 H4와 가속시 상당히 높은 신체중심을 가지고 이동하였으며, B선수와 C선수는 H1과 H2에서 유사한 신체중심의 높이를 보였다. 허들비행의 H3에서는 A선수와 B선수가 신체중심이 낮은 반면, C선수는 높은 신체중심을 가지고 허들비행을 수행하였다. A선수의 경우 이지시 H1과 착지시 H4에서 신체중심이 높은 상태를 유지하며 허들동작을 수행하였으며, B선수는 착지시 H4와 가속시 H5에서 A선수보다 낮은 신체중심을 가지고 허들동작을 수행하였다. C선수는 A선수와 유사한 높이로 착지시 H4와 가속시 H5에서 높은 신체중심을 가지고 수행하였으며, 허들비행시 H3는 A선수와 B선수간에 유사한 높이를 보였으나 C선수의 경우는 신체중심이 상당히 높았다.

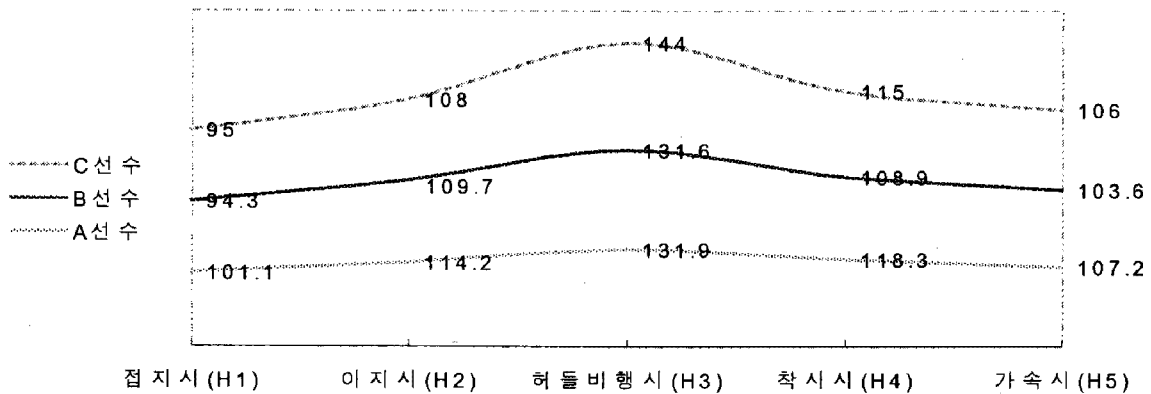


그림 5. 허들동작시 신체중심의 수직높이

이지에서 허들비행거리 W1과 허들비행후 착지까지의 거리 W2에서 A선수는 높은 신체중심을 가지고 이지하여 긴 거리의 허들비행동작을 수행하였으며, 빠른 착지와 추진을 얻기 위한 동작으로 착지시 짧은 거리의 허들동작을 수행한 것으로 판단된다.

또한 C선수와 유사한 높이의 신체중심을 가지고 이지에서 착지까지 허들동작을 원활히 수행한 것으로 보인다. B선수의 경우 W1과 W2에서 A선수보다 짧은 거리에서 허들동작을 수행하였으나, 착지시에서 긴 거리를 수행하였다. 즉 B선수는 이지에서 착지까지의 허들비행과 신체중심의 높이와 이동에서 상대선수에 비해 신체중심이 낮은 것으로 판단된다.

즉, A선수의 경우 이지시 L1은 B선수보다 긴 거리를 보였으나, 착지시 L3에서는 짧은 거리를 보였다. 허들비행거리 L2는 B선수보다 긴 거리를 보였다. 반면에 B선수는 L1에서 A선수보다 짧은 거리로 허들동작으로 수행하였으며, L3에서는 가장 긴 거리를 보였다. C선수의 경우 L1과 L3에서 상

당히 짧은 거리를 보였으며, L2에서 상당히 긴거리로 허들동작을 수행하였다.

McDonald와 Dapena (1991a)는 이지구간에서 가능한 긴 거리에서 허들동작을 취하고 착지구간에서는 신체중심을 앞에 위치하여 최소단위로 착지해야 한다고 하였다. 따라서, 이지시와 착지시 신체중심이 뒤로 가지 않도록 해야 하며, 허들에서 착지까지의 거리를 짧게 할수록 착지 후 후속동작에 대한 추진력을 크게 얻는데 유리하다할 수 있다. 즉 A선수는 이지시 가능한 길게하고 허들을 넘은 후 왼발 착지가 짧은 거리를 취한다는 것은 다음 후속동작에 대한 추진동작을 원활하게 한 것으로 판단되며, B선수는 이지시 짧은 거리와 왼발 착지시 신체중심이 낮은 자세를 취하면서 길게 착지한 것은 착지 후 추진력을 크게 감소시키는 동작으로 이상적이지 못하며, 후속 동작을 연결시키는 데 다소 불리한 자세를 취한 것으로 판단된다.

2. 허들동작시 수직속도 및 수평속도

허들동작시 신체중심의 수직 및 수평속도를 분석한 결과는 <표 3> 및 <그림 6>과 같다.

표 3. 허들 동작시 신체중심의 수직 및 수평속도

허들동작 분석	단위	A	B	C
오른발 접지시 신체중심의 수평속도	m/s	9.47	9.22	8.81
오른발 이지시 신체중심의 수평속도	m/s	7.79	8.01	9.11
왼발 착지시 신체중심의 수평속도	m/s	7.55	7.95	8.77
왼발 가속시 신체중심의 수평속도	m/s	7.43	7.49	8.41
오른발 접지시 신체중심의 수직속도	m/s	-0.23	-0.17	-0.43
오른발 이지시 신체중심의 수직속도	m/s	2.07	2.05	2.35
왼발 착지시 신체중심의 수직속도	m/s	-1.14	-1.33	-1.02
왼발 가속시 신체중심의 수직속도	m/s	-1.29	-1.48	-1.32
오른발 접지시 신체중심의 합성속도	m/s	9.48	9.22	8.82
오른발 이지시 신체중심의 합성속도	m/s	8.25	8.29	9.41
왼발 착지시 신체중심의 합성속도	m/s	7.64	7.99	8.84
왼발 가속시 신체중심의 합성속도	m/s	7.51	7.49	8.53

A: 우승자(한국기록보유자) B: 2위 입상자
C: 세계신기록보유자

허들동작시 신체중심의 수평속도의 경우 A선수는 접지시 B선수보다 상당히 빠른 수평속도를 가지고 허들동작을 수행하였으나 이지시와 착지시, 가속시에서는 느린 수평속도를 보였다. 반면에 B선수는 이지시와 착지시에서 빠른 수평속도를 가지고 허들동작을 수행하였다. C선수의 경우 접지시 A선수와 B선수보다 느렸으나 이지시 상당히 빠른 수평속도를 가지고 허들동작을 수행하여 착지시와

가속시 가능한 수평속도를 유지한 것으로 보인다. 그러나 A선수와 B선수는 접지시 빠른 수평속도를 가지고 허들동작을 수행하였으나 이지시와 착지시에서 점점 수평속도가 감소되며 다시 가속시에서 추진력을 발휘하였다. 허들동작시 신체중심의 수직속도의 경우 A선수는 이지시 B선수와 유사한 속도로 이지동작을 수행하였으며, C선수는 상당히 높은 수직속도를 보이며 이지하였다. 또한 착지시 수직속도가 상당히 낮은 반면 A선수와 B선수의 경우 높은 수직높이를 가지고 착지동작을 수행하였다. 허들동작시 신체중심의 합성속도의 경우 A선수는 접지시 B선수와 C선수보다 높은 속도를 보였으며, B선수는 C선수보다 빠른 합성속도를 가지고 허들동작을 수행하였다. 그러나 이지시 A선수와 B선수가 유사한 합성속도로 수행하였으며, C선수는 상당히 빠른 이지동작을 수행하였다. 착지시 A선수는 B선수보다 느린 합성속도로 착지하였으며, C선수는 A선수와 B선수보다 상당히 빠른 합성속도를 보이며 착지하였다. 또한 가속시 A선수와 B선수는 유사한 합성속도를 보였으며, C선수는 상당히 빠른 속도로 착지후 가속화하였다.

이러한 결과를 종합하면, A선수는 허들을 넘기위한 기술동작에서 접지시 수평속도에서 B선수보다 상당히 빠른 속도로 접지하였으나 이지시와 착지시에서 점점 수평속도가 감소하였다. 또한 수직속도는 접지시 낮은 수직속도를 보였으나, 이지시와 착지시, 가속시에서 상당히 높은 수직속도를 보였다. 합성속도는 접지시 상당히 높은 속도를 보였으나, 착지시에서 많은 속도를 감소하였다. B선수는 허들을 넘기위한 기술동작에서 접지시 느린 수평속도를 보였으나 이지시와 착지시, 가속시에서 빠른 수평속도를 보였다. 수직속도는 접지시 높은 수직속도를 보였으나 이지시와 착지시, 가속시에서 낮은 수직속도를 보였다. 합성속도는 접지시 느린속도를 보였으나 이지시와 착지시에서 빠른 합성속도를 보였다. Lafortune(1987), Mann과 Herman(1985)은 허들동작에서 빠른 가속을 위해 지면 접촉을 최소화시키는 것이 중요하다고 하였으며, McDonald와 Dapena(1991a)은 허들구간에서 이지시 수평속도가 감소하는 것과 착지시 수평속도의 변화가 작아지는 것은 접지구간에서 지면접촉시간이 수평속도에 영향을 주기 때문이라고 하였다. 즉 허들을 넘을 때 수직속도가 증가되고 수평속도가 감소되는데 추진력을 얻기 위해서는 최대한 낮은 자세에서 수직속도를 최소화하고 수평속도를 최대한 크게 하는 것이 중요하다고 하였다. 즉 A선수는 빠른 스피드로 허들을 넘기위해 접지하였으나 허들동작에서 이지시와 착지시에서 속도가 감소하였으며, 착지후 가속시 빠른 허들링동작에 의해 추진력을 발휘한 것으로 판단된다. B선수는 허들동작시 이지시와 착지시에서 빠른 속도로 허들동작을 수행하였으나, 착지후 가속시에서 많은 감속을 보였다. 즉 수평속도와 합성속도가 크다는 것은 허들간 구간에서 허들을 넘은 후 속도가 감소하지 않고 스피드에 의한 허들동작의 자연스러운 연결을 의미하며, 허들을 스치면서 넘어가는 동작이 원활하고 효과적인 동작이라 판단된다.

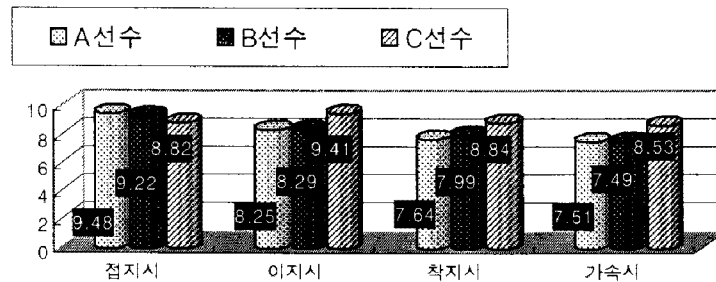


그림 6. 신체중심의 합성속도

3. 허들동작시 신체중심각과 상체전경각

허들동작시 신체중심각과 상체전경각을 분석한 결과는 <표 4>, <그림 7>과 같다.

허들동작시 상체전경각의 경우 A선수는 접지시 B선수와 유사한 각도를 보였으나 C선수의 경우 접지시 A선수와 B선수보다 높은 각도의 전경자세를 보였다. 이지사 상체

전경각은 A선수와 B선수, C선수 모두 유사한 상체전경각으로 허들동작을 수행하였다. 그러나 A선수는 B선수보다 허들비행시 낮은 상체전경각을 보였다. A선수는 착지시 B선수와 C선수보다 높은 상체전경각을 보였으며, B선수는 C선수와 유사한 상체전경각으로 허들동작을 수행하였다. 반면에 가속시 상체전경각은 A선수와 C선수가 높은 상체전경각을 보여 착지후 가속시까지 연결하여 허들동작을 수행하였으며, B선수는 낮은 상체전경각으로 착지후 가속화하였다.

허들동작시 신체중심각의 경우 A선수는 접지시 B선수와 C선수보다 높은 신체중심각으로 수행하였으나, 이지사 낮은 신체중심각으로 허들동작을 수행하였다. 착지시는 B선수와 C선수보다 상당히 높은 자세에서 착지하였으나 가속시는 B선수보다 낮았으며, C선수보다 높은 신체중심각으로 허들동작을 수행하였다.

B선수는 접지시 A선수보다 낮은 신체중심을 보였으며, 이지사 A선수와 유사한 신체중심각으로 허들동작을 수행하였다. 그러나 가속시에서는 A선수와 C선수보다 신체중심각이 높았다. C선수는 상당히 높은 자세에서 이지동작을 수행하였으며, 착지시 신체중심각은 A선수보다 낮았다. .

이러한 결과를 종합하면, A선수는 접지시와 이지사 허들에 접근하는 상체전경각은 양호하나 허들을 넘은후 착지동작에서 상체전경각이 다소 큰 것으로 보인다. 또한 신체중심각에서 접지시와 착지시는 각도가 너무 크고 이지시는 작은각도로 허들동작을 수행한 것으로 보인다. B선수는 접지와 이지사, 착지시의 상체전경각은 양호하나 허들비행시의 전경각은 크고 가속시는 작은 각도로 허들동작을 수행하였다. 또한 이지사 작은 각도를 보였으며, 가속시는 큰 각도를 보이며 허들동작을 수행하였다.

표 4. 허들 동작시 신체중심각과 상체전경각

허들동작 분석	단위	A	B	C
오른발 접지시 상체 전경각	deg	0.4	0.2	2.8
오른발 이지시 상체 전경각	deg	14.3	14.8	14.4
허들 비행시 상체 전경각	deg	50.5	56.7	-
왼발 착지시 상체 전경각	deg	8.6	6.9	7.0
왼발 가속시 상체 전경각	deg	9.3	8.2	9.6
오른발 접지시 신체 중심각	deg	73.1	70.2	64.0
오른발 이지시 신체 중심각	deg	64.7	65.3	72.9
왼발 착지시 신체 중심각	deg	88.5	86.3	78.9
왼발 가속시 신체 중심각	deg	64.8	69.1	58.7

A: 우승자(한국기록보유자) B: 2위 입상자
C: 세계신기록보유자

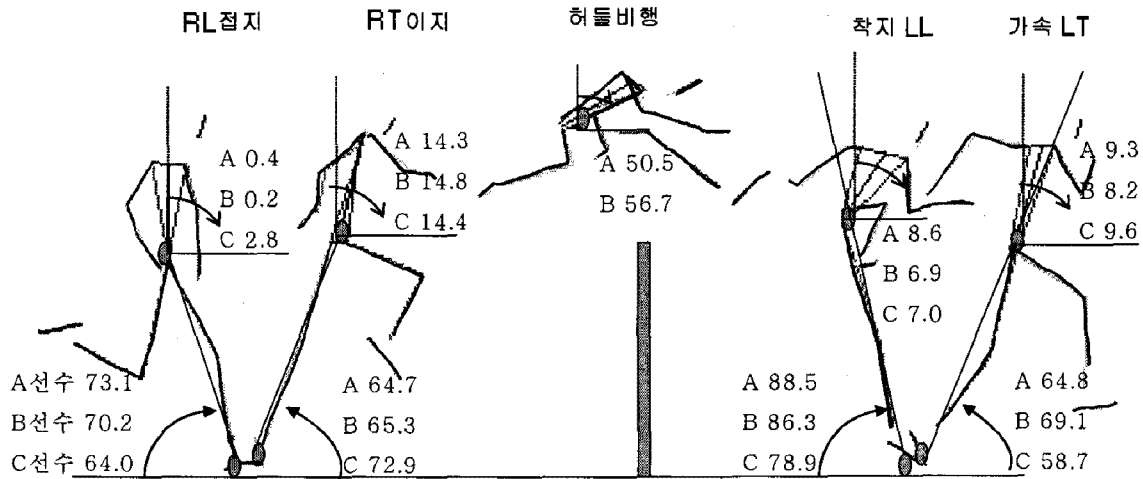


그림 7. 허들 동작시 신체중심각과 상체전경각

즉 A선수는 이지에서 비행동작시 상체를 앞으로 숙여 상체 전경각을 낮게 하여 빠르게 앞으로 이동한 반면 B선수는 상체 전경각이 큰 것으로 나타났다. 상체전경각과 신체중심각은 허들 동작시 허들을 빠르게 넘기 위한 자세로 허들동작시 신체중심의 빠른 이동과 부드러운 연결동작을 위해서 상체전경각을 최대한 작게 해야한다. 착지후 가속시는 신체중심이 뒤로 가지 않게 큰 각도를 유지하여 가능한 빠른 허들링동작에 의해 추진을 얻어야 유리한 것으로 판단된다.

4. 허들등작시 리드발과 허들링의 합성속도

허들등작시 리드발과 허들링의 합성속도는 다음<표 5>와 같다.

표 5. 허들 동작시 리드발과 허들링의 합성속도

허들동작 분석	단위	A	B	C
오른발 접지시 왼발 리드발의 무릎관절 합성속도	m/s	14.63	13.82	13.78
오른발 이지시 왼발 리드발의 무릎관절 합성속도	m/s	11.69	13.53	10.99
왼발 착지시 오른발 허들링의 무릎관절 합성속도	m/s	10.19	9.36	12.65
왼발 가속시 오른발 허들링의 무릎관절 합성속도	m/s	9.91	9.12	9.86
오른발 접지시 왼발 리드발의 발목관절 합성속도	m/s	12.77	13.05	15.13
오른발 이지시 왼발 리드발의 발목관절 합성속도	m/s	15.29	14.95	18.22
왼발 착지시 오른발 허들링의 발목관절 합성속도	m/s	12.43	11.47	13.16
왼발 가속시 오른발 허들링의 발목관절 합성속도	m/s	10.89	9.73	10.56

A: 우승자(한국기록보유자) B: 2위 입상자
C: 세계신기록보유자

허들등작시 리드발 합성속도의 경우 A선수는 접지시 B선수와 C선수보다 가장 빠른속도를 보였으며, 이지시 B선수보다 느렸으나 C선수보다 빨랐다. 그러나 B선수는 이지시 가장 빠른 속도를 보였으며, 착지시와 가속시에서 A선수와 C선수보다 빨랐다.

허들등작시 허들링 합성속도의 경우 A선수는 접지시 B선수와 C선수 보다 느렸으나 이지시와 착지시, 가속시에서는 B선수보다 빠른 속도를 보였다. 또한 착지후 가속시에서 가장 빠른 속도를 보이는 것은 빠른 속도로 허들링 동작을 수행한 것으로 보인다.

B선수는 접지시 C선수보다 빨랐으나, 이지시와 착지시, 가속시에서는 가장 느린 속도를 보였다. 이러한 결과를 종합하면, A선수는 오른발 리드의 무릎관절과 발목관절에서 접지시 허들넘기 전단계에서 이지동작을 위한 빠른 무릎관절의 합성속도를 보였으나 발목은 용이하게 이용하지 못한 것으로 보인다. 그러나 이지시와 착지시에서 발목의 합성속도는 빨랐다. B선수는 접지시와 이지시 무릎과 발목관절에서 빠른 속도를 보였으나, 착지후 가속구간에서 많은 감속을 보였다. Hall(1993)은 허들을 타고 넘는 자세가 되기 위해서는 앞에 있는 리드다리의 무릎을 강하게 끌어올리고, 빠른 착지를 위한 뒤에 있는 허들링다리는 무릎과 발목을 빠르게 스윙하는 자세를 유지해야 한다고 하였다. 즉 A선수는 오른발 이지시 수평거리를 길게 하면서 빠른 속도로 리드발의 발목을 이용하여 빠르게 접으며 스윙자세를 취하고, 왼발 착지시 후속동작에 대한 추진력을 얻기위해 오른발 허들링시 무릎과 발목을 효과적으로 이용한 것으로 판단된다. 그러나 B선수는 오른발 이지시 왼발스윙다리의 무릎과 발목은 빠르게 스윙을 하였으나 착지시에서는 효과적으로 이용하지 못하였다. 따라서, 무릎과

발목을 이용하여 강한 이지동작과 허들비행후 착지시 후속동작에서 강한 추진력을 얻기 위하여서는 무릎과 발목을 이용한 빠른 허들링 동작을 수행해야 유리한 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 연구의 국내 남자 110m허들선수를 대상으로 우승자(이하A)와 2위 입상자(이하B)를 선정하였으며, 허들동작의 특징을 구명하기 위해 영상분석을 통해 분석하였으며, 그에 따른 신체중심의 높이와 거리요인, 속도요인, 각도요인 등을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 허들동작시 신체중심의 수직 및 수평거리를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. A선수는 이지시 높은 신체중심과 허들비행거리에서 긴거리를 보였으며, 착지시 높은 신체중심과 짧은 거리를 보였다. B선수는 이지시 낮은 신체중심과 짧은 비행거리를 보였으며, 착지시 낮은 신체중심과 긴 거리의 착지거리를 보였다.

둘째, 허들동작시 신체중심의 수직 및 수평속도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. A선수는 접지시 수평속도와 합성속도에서 가장 빠른 속도를 보였으며, 착지시에서는 A선수와 B선수 모두 속도가 감소하였다. 그러나 A선수의 수직속도는 이지시와 착지시, 가속시에서 높은 수직속도를 보였으며, B선수는 낮은 수직속도를 보였다.

셋째, 허들동작시 상체전경각과 신체중심각을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. A선수와 B선수는 접지시와 이지시 상체전경각과 신체중심각이 유사하였으며, 허들비행시 상체전경각은 A선수가 작은 각도의 전경자세를 보였다.

넷째, 허들동작시 리드발과 허들링의 합성속도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. A선수는 이지시 리드발의 발목관절은 빠른 속도를 보였으나, 무릎관절에서 느린 속도를 보였다. B선수는 이지시 무릎관절에서 빠른 속도를 보였으나, 착지시 무릎관절과 발목관절의 속도가 느렸다.

이러한 결과 및 결론을 종합하여 각 선수별 경기력 향상을 위한 효과적인 허들동작을 위해서 다음과 같은 제언을 하고자한다.

첫째, 허들동작시 신체중심의 수직 및 수평거리에서 A선수는 이지시 가능한 길게 하고 허들을 넘은 후 원발 착지가 짧은 거리를 취한다는 것은 다음 후속동작에 대한 추진동작을 원활하게 한 것으로 판단되며, B선수는 이지시 짧은 거리와 원발 착지시 신체중심이 낮은 자세를 취하면서 길게 착지한 것은 착지 후 추진력을 크게 감소시키는 동작으로 이상적이지 못하며, 후속 동작을 연결시키는데 다소 불리한 자세를 취한 것으로 판단된다.

둘째, 허들동작시 신체중심의 수직 및 수평속도에서 A선수는 빠른 스피드로 접지하여 효과적인 이지동작을 하였으나, 착지시와 가속시 A선수와 B선수 모두 속도가 감소하여 허들링동작에 의해 추

진력을 발휘하는데 어려움이 있는 것으로 판단된다. 즉 수평속도와 합성속도가 크다는 것은 허들동작에 있어 허들을 넘은 후 빠른 허들링 동작에 의해 속도가 감소하지 않고 가능한 유지한다면 스피드와 허들동작에 있어 가장 효과적인 연결동작이라 판단된다.

셋째, 허들동작시 상체전경각과 신체중심각에서 A선수는 이지에서 비행동작시 상체를 앞으로 숙여 상체 전경각을 낮게 하여 빠르게 앞으로 이동한 반면 B선수는 허들비행시 상체 전경각이 큰 것으로 나타났다. 상체전경각과 신체중심각은 허들동작에서 이지시 허들을 빠르게 넘기 위한 자세로 신체중심의 빠른 이동과 부드러운 연결동작을 위해서 상체전경각을 최대한 앞으로 이동시켜 허들을 스치듯이 넘고, 착지후 유연한 허들링동작에 의해 신체중심이 뒤로 가지 않게 하는 것은 빠른 가속과 추진을 위해 가장 효과적인 허들동작이라 판단된다.

넷째, 허들동작시 리드발과 허들링의 합성속도에서 A선수는 오른발 이지시 수평거리를 길게 하면서 빠른 속도로 리드발의 발목을 이용하여 빠르게 점으며 스윙자세를 취하고, 왼발 착지시 후속동작에 대한 추진력을 얻기위해 오른발 허들링시 무릎과 발목을 효과적으로 이용한 것으로 판단된다. 그러나 B선수는 오른발 이지시 왼발스윙다리의 무릎과 발목은 빠르게 스윙을 하였으나 착지시에서는 효과적으로 이용하지 못하였다. 따라서, 무릎과 발목을 이용하여 강한 이지동작과 허들비행후 착지시 후속동작에서 강한 추진력을 얻기 위하여서는 무릎과 발목을 이용한 빠른 허들링 동작을 수행해야 효과적인 허들동작이라 판단된다.

그러므로, 허들동작에 있어 허들을 빠르게 넘기 위한 기술동작과 넘은 후에 스피드가 저하되지 않도록 하는 착지기술은 허들경기에서 가장 중요한 요소 중에 하나이며, 이지시 적절한 발구름 거리와 올바른 허들비행을 할 수 있다면 최상의 공중동작과 스피드를 떨어뜨리지 않고 달릴 수 있을 것이다. 특히 착지 후 제 1보는 허들사이의 인터벌구간에서 가장 중요한 구간으로 빠른 허들링에 의해 추진한다면 후속동작의 속도를 유지하고 가속화 시킬 수 있는 최상의 효과적인 허들동작이라 할 수 있다.

참고문헌

- 임규찬 (1995). 110m 허들의 구간별 동작분석. 서울대학교 박사학위논문.
- 윤양률 (1997). 110M 허들동작의 운동동작적 분석. 동아대학교 박사학위논문
- 신보삼, 최점동 (1997). 110m 허들링 동작의 운동학적 분석. 전북대학교 운동과학연구소, 운동논문 1호, pp. 11-30.
- Brent, M. (1981). "Biomechanics of high Hurdling". *The Hurdles*, Tafnews Press, 63-66.

- Hall, B. (1993). Beginnings. *Athletics coach*. Vol 27, No. 2, pp. 31-33.
- Lafortune, M. A. (1987). Biomechanical analysis of the 110m Hurdles. *Excel* 3(3):2-4.
- Li, Jian she (1990). *kinematic Analyzis on Yu Zhicheng's 110 m Hurdles Techniqu es*. Hangzhou University, China.
- Mann, R. V., Herman, J., Johnson, B., Schultz, C., & Kotmel, J. (1982- 83). *The elite athlete project: Sprints and hurdles*. USOC Technical Reports 1-11, USOC Training Center, Colorado Springs, CO.
- Mann, R., & Herman, J. (1985). Kinematics Analysis of Olympic hurdle performance: Women's 100 meter. *I.J.S.B.* 1, 163-173.
- McDonald, C., & Dapena, J. (1991a). Angular momentum in the men's 110-m and women's 110-m hurdles races. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23: 1392-1402.
- McDonald, C., & Dapena, J. (1991b). Linear kinematics of the men's 110m and women's 110m hurdles races. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23: 1382-1391.
- Milan Coh. (2003). Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique. *New Studies in Athletics, IAAF*. Vol. 18. No. 1, pp. 3-57
- Nclnnis, A. (1981). The need for Sprint sense in hurdling. *The Hurdles*, Tafnewes Press, pp. 86-91.
- Nickson, T. R. (1984). A logical approach to improve Hurdling Technique. *Track & Field Q. R.* Vol 84, No. 2, pp. 32-33.
- Plagenhoef, S. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Res, Q.* Vol 54, No 2, pp. 169-178.
- Tsarouchas, L., Papadopoulos, K., Kalan maras, K., & Giavroglou, G. (1993). Approach phase for the clearance of the hurdle in the 110m high hurdles run. *Track & Field Q. R.* Vol 93, No.1, pp. 40-45.
- Walker, J. (1991). Hurdling. *Track & Field Q.R.* Vol 91, No.1, pp. 27-28.