



원반던지기의 운동학적 분석

김종인*(공주대) · 선재복**(경기체고)

ABSTRACT

The kinematics analysis of Discus throwing

Kim, Jong-In*(Kongju National Univ.)

Sun, Jae-Bok**(Kyunggi Physical Education High School)

Kim, J-I and Sun, J-B. The kinematics analysis of Discus throwing. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 2, pp. 29-47. This study is to analyze the kinematic variables in release motion of discuss throwing. For the matter, 5 people from the national team and collegiate discus throwing in the year 2001 were chosen as the subjects and two S-VHS video cameras set in 60frames/sec were used for recording their motions. Coordinated raw positions data through digitizing are smoothing by butter-worth 's low-pass filtering method at a cut off frequency 6.0Hz. and the direct linear transformation(DLT) method was employed to obtain 3-D position coordinates.

The conclusions were as follows;

1. The better record players showed the shorter approach time in the last support phase.
2. In the displacement CG, the better record players showed the shorter displacement in medial-lateral direction, and the longer displacement in horizontal direction. In the motion, the COG showed longer displacement vertical direction.
3. The better record players showed the faster horizontal velocity than vertical velocity in the release.
4. The better record players showed to take the posture of vertical axis in the release.

KEY WORDS : DISCUSS THROWING, RELEASE, KINEMATIC

2003년 7월 7일(월) 접수

* Corresponding author 교수 314-701 충남 공주시 신관동 공주대학교 182 사범대학 체육교육과
연락처 : jinkim@kongju.ac.kr, Tel : 018-420-8779

** 교사 경기도 수원시 장안구 경기체육고등학교

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

원반던지기는 투척 종목 중 가장 오랜 역사를 가지고 있는 것으로 최초의 고대 올림픽에서 경기가 시작되어 오늘날 근대 올림픽에 이르기까지 변천되어 왔다(안영환, 최충식, 1991). 원반던지기 던지기 경기 종목중의 하나로 지름이 2.5m인 원 안에서 회전하면서 원반을 던져 수평방향으로 최대 거리를 얻도록 하는 기록경기로, 고대에는 무거운 돌을 던져서 겨루던 것이, 19세기 후반에 이르러 16파운드(7.26kg)의 원반(iron ball)을 처음 사용하여 경기를 하게 되면서 현대의 형식을 갖춘 경기로 발전되게 되었다.

원반던지기의 일반적인 형태는 예비스윙 후 상체를 오른쪽으로 돌리는 자세로부터 회전을 시작하여 왼발, 오른발, 왼발의 순으로 축을 변형해가면서 신체를 1바퀴 반(540도)을 회전시켜 어깨 높이에서 원반을 투사한다(김상구, 신성휴, 1985). 즉 신체의 회전운동을 이용하여, 원반의 선속도를 최대로 증가 시켜 기록을 얻는 운동이라고 할 수 있다. 즉 신체의 운동량을 최대로 유지하여 기술동작이 연속적으로 이루어지게 하고 선속도를 최대로 유지하는 운동이며, 선속도의 증가로 인해 원심력이 구심력에 의해 지지발이 지지되면서, 발의 반력을 이용해서 회전하는 운동이다(박준기, 1994). 이에 Hay(1979)는 투원반 운동의 최대 수평거리에 영향을 미치는 요인을 릴리즈 속도, 투사높이, 투사각이라 보고하였다.

속도와 관련된 선행연구를 보면, McCoy등(1984)은 L.A 올림픽 입상선수를 대상으로 연구한 결과 남자는 25.8m/s, 여자는 24.5m/s로 릴리즈동작이 이루어졌으며, 홍순모(1998)는 상비군 남자 선수를 대상으로 그 기록을 분석한 결과, 릴리즈 순간에 약 18~20m/s의 속도를 나타냈으며, 홍순모(1999)는 국가대표 선수들을 대상으로 한 연구에서는 20.93m/s의 평균속도를 보여 세계적인 선수들과 비교해 할 때 많은 속도차를 보이는 것으로 나타났다.

수평기록에 영향을 미치는 투사높이의 경우를 살펴보면, Gunther(1982)와 Schwartz(1983)는 릴리즈 동작이 어깨 높이에서 이루어져야 한다고 보고한 반면에, Gregor(1985)는 개개인의 트레이닝 방법과 팔의 자세에 따라 힘을 쓰는 방법이 다르기 때문에 투사 시 높이는 개인차를 고려해야 한다고 하였다.

세 번째의 결정적인 중요요인은 투사각도로, 원반던지기의 투사각도에 대한 연구들은 35-40도가 최대 비행거리에 효과적이며, Hay(1979)의 연구에서는 비숙련자들은 40-45도 각도에서 이루어지는 반면, 우수선수들은 34-37도에서 원반을 투사하고 있다고 보고하였다. 이외에도 최대 비행거리에 영향을 미치는 요소로 Gregor(1984)는 상체각이 커질수록 투사 시 릴리즈 각도가 증가하고, 선수가 원 안에서 돌면서 마지막 발을 착지 할 때까지의 발디딤 타이밍을 연구한 결과 투사시 지지하는 발이 지면에서 떼면서 점프를 할 때 수직방향의 추진력이 크게 상승한다고 보고하였다.

이와 같이 릴리즈 시 원반의 선속도, 투사높이와 각도등 기술동작의 자세들은 최대의 거리를 일으키는 요인이지만, 국내의 연구가 몇몇 연구자들에 의해 이루어지고 있어 국내의 연구가 상당히 미흡한 실정에 있어, 운동학적 분석에 따른 자료로 경기력 향상에 기여할 수 있는 자료를 제공하는데 필요성과 목적이 있다.

II. 연구 방법

남자 원반던지기의 운동학적 분석을 위한 연구대상, 실험장비, 자료처리, 분석변인, 분석국면에 대한 내용은 다음과 같다.

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 현재 국가대표 및 대표급 선수 5명을 대상으로 선정하여 분석하였으며 이들의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 특성

Subject	신장(cm)	체중(kg)	최고기록(m)	측정기록(m)	경력(yrs)
A	183	82	52.3	47.9	8
B	184	105	52.4	49.8	13
C	189	92	50.4	46.7	5
D	185	107	55.9	53.1	22
E	184	105	48.8	46.5	15
M±SD	185.00±2.34	98.20±10.85	51.96±2.65	48.80±2.73	12.60±6.58

2. 실험도구

본 연구에 사용된 실험장비는 촬영장비, 영상 분석 장비이며, 이들의 구체적인 사양은 <표 2>와 같다.

표 2. 실험장비의 특성

구분	명칭	모델명	제작회사
촬영장비	비디오 카메라	Panasonic AG 456	Panasonic
	통제점 틀		V-TEK
영상분석장비	레코더	AG-7350 VCR	Panasonic
	모니터	PVM-1942Q	Sony
분석 프로그램	컴퓨터	IBM 486	IBM
	Kwon3d 2.1		

3. 실험절차

실험의 구체적인 절차 및 모형은 <그림 1>과 같이 던지기 동작을 수행하는 서클로부터 10m지점의 양 측면과 후면에 카메라 3대를 설치하였으며, 통제점 틀은 길이, 폭, 높이를 각각 3m×3m×2m로 틀을 조립한 후 서클 내에서 운동을 수행하는 범위 지역에 설치하고, 2~3분간 촬영한 후 제거하였다.

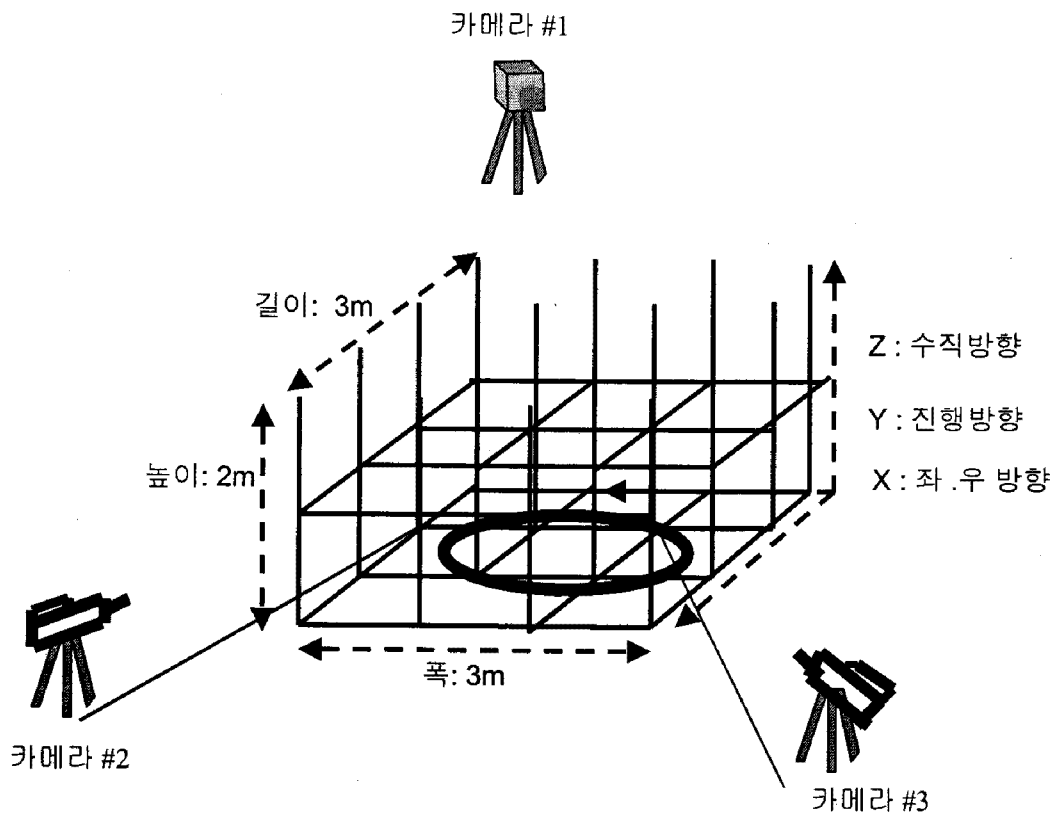


그림 1 실험장면

카메라 촬영속도는 30 frames/s(60 fields/s)로 하였고, 세 대의 카메라를 서로 동조시키기 위해서 풍선을 이용하여 풍선이 터지는 시점을 기준으로 하였으며, 실험 후 테이프에 Horita사의 타임코드를 시: 분: 초: 필드로 입력하여 세 대의 카메라를 동조하였다. 각 피험자들은 실험을 실시하기 1시간 전에 워밍업을 수행하여 경기현장에서와 같이 최대한 기술을 발휘할 수 있도록 하였으며, 또한 촬영 후 디지털라이징 작업을 정확하게 하기 위하여 상·하의를 검정색 타이즈로 착용시키고 인체의 관절점에 흰색 랜드마크를 부착하였다.

각 대상자들은 5회씩 동작을 수행 할 것이며, 1회 동작을 수행한 후에는 10분간 휴식을 취하게 하였으며, 가장 좋은 기록과 자세를 보인 한 동작만을 선정하여 분석하였다.

4. 분석변인

1) 시간요인

시간요인은 경과된 프레임 수를 이용하여 각 국면별 3차원 실공간 좌표 계산을 위한 DLT 방식을 이용한 소요시간을 산출하였다. 즉 본 연구에서는 카메라의 촬영속도를 1/60field로 하였으므로 1 field는 0.017초이다.

2) 변위요인

변위요인(d)은 인체중심 수평 및 좌우 이동 변위, 인체중심 높이, 릴리즈시의 원반 높이 등이며 산출방법은 3차원 실공간 좌표 계산을 위한 DLT 방식으로 다음과 같다.

위치벡터 \vec{A} (A_x, A_y, A_z)와 \vec{B} (B_x, B_y, B_z)라 하면, 두 점 사이의 변위는 다음과 같다.

$$d = \sqrt{(A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2 + (A_z - B_z)^2} \text{ 이다.}$$

3) 속도요인

속도요인은 인체관절점의 3차원 실공간 좌표 계산을 위한 DLT 방식을 이용하여 인체중심의 선속도, 상지관절의 선속도, 릴리즈 시의 원반의 전후, 좌우, 수직속도를 산출하였으며, 산출방법은 다음과 같은 유한 차 방법(finite difference method)으로 구하였다.

$$V_i = \frac{P_{i+1} - P_{i-1}}{2\Delta t}$$

(단, Δt = 프레임 사이의 간격)

P_{i+1} : 기준 프레임 한 프레임후의 위치 좌표값

P_{i-1} : 기준 프레임 한 프레임전의 위치 좌표값

4) 각도요인

각도요인은 각 분절의 질량중심점에 대한 기준좌표계(x, y, z)에 대한 각의 변화로서, 각 축의 시 초선에서 반시계 방향을 양(+)으로 정의하였으며, 양 어깨선을 이은 벡터선의 기울기각, 몸통각, 팔꿈치각, 어깨각, 투사각 산출방법은 다음과 같다.

두 벡터 \vec{U}, \vec{V} 가 각각 $\vec{U} = (X_i, Y_i, Z_i), \vec{V} = (X_j, Y_j, Z_j)$ 일 때, 두 벡터가 이루는 내적의 각 θ 는 다음과 같다.

$$\theta = \arccos \left(\frac{UV}{\|U\| \|V\|} \right) = \arccos \left(\frac{x_i x_j + y_i y_j + z_i z_j}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2} \cdot \sqrt{x_j^2 + y_j^2 + z_j^2}} \right)$$

- θ_1 : 어깨회전각
- θ_2 : 몸통각
- θ_3 : 팔꿈치각
- θ_4 : 어깨각
- θ_5 : 투사각

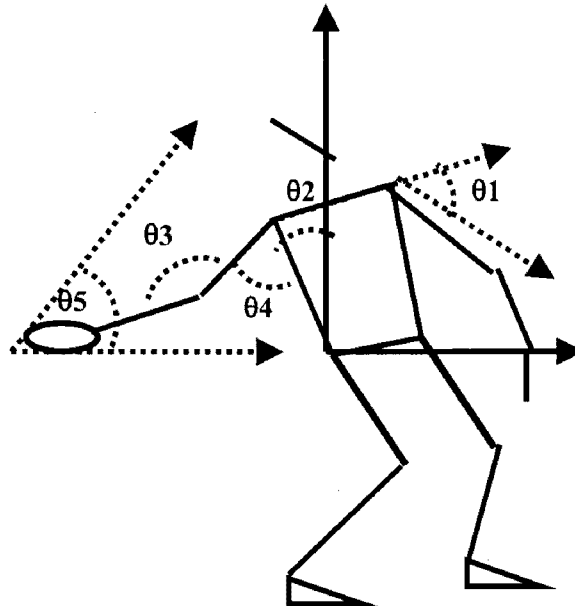


그림 3. 각도정의

5. 동작구분

본 연구는 대상자가 예비스윙 동작이 끝난 후 왼발을 축으로 돌기를 실시하는 순간부터 왼반이 손에서 이탈되는 순간까지의 구간을 예비 휘돌기 마지막 단계에서 몸이 최대로 뒤로 간 순간 (E1),

왼발이 지면으로부터 떨어지는 순간(E2), 오른발이 지면으로부터 떨어지는 순간(E3), 왼발이 지면에 착지되는 순간(E4), 원반이 릴리즈 되는 순간(E5),으로 5동작과 다음의 3구간으로 나누어 분석하였다 <그림 4>.

- 제1동작 (P1) : 왼발을 축으로 도는 구간(E1~E2)
- 제2동작 (P2) : 오른발을 축으로 도는 구간(E2~E3)
- 제3동작 (P3) : 왼발 축으로 원반을 릴리즈 하는 구간(E3~E5)

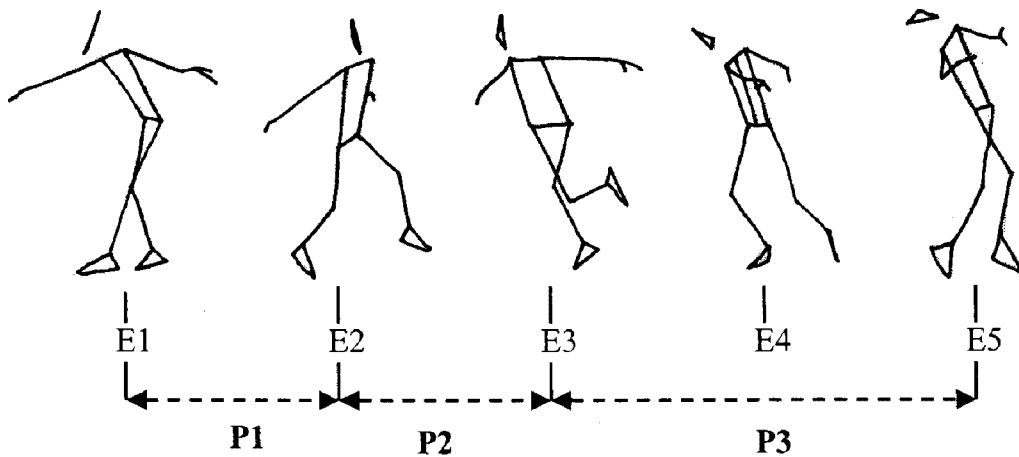


그림 4. 동작구분

Ⅲ. 결 과

1. 시간요인

시간요인은 예비스윙이 끝나는 시점(Event.1)부터 왼발을 축으로 회전하여 오른발이 착지하는 순간(Event.3)까지를 1동작, 왼발이 이지하는 순간(Event.2)부터 왼발이 착지하는 순간(Event.4)까지 오른발을 축으로 회전하는 동작을 2동작, 그리고 3동작은 왼발이 착지 순간(Event.4)부터 릴리즈 (Event.5)까지로 왼발을 축으로 회전하는 3국면으로 분류하여 분석하였다. 각 동작 소요시간은 표 3 과 같다.

각 동작별 평균 소요시간을 살펴보면, 1동작에서는 1.16 ± 0.07 sec로 나타났으며, 2동작에서는

0.25±0.01 sec로, 3동작에서는 0.16±0.02 sec로 나타났으며, 그에 따른 전체적인 평균 소요시간은 1.56±0.07 sec로 나타났다. 투사각도와 속도를 결정짓는 릴리즈 준비구간으로 원발이 완전 착지 순간(Event4)부터 릴리즈(Event5)까지의 3동작에서는 가장 기록이 좋은 B(49.8m)와 D(53.1m)선수가 가장 짧은 시간(B:1.51,D:1.47)을 보였으며, 기록이 가장 짧은 선수일수록 3동작에서의 시간이 길게 나타났다.

표 3. 각 동작별 소요시간

(단위 : sec)

동작	선수					M±SD
	A	B	C	D	E	
1동작	1.17	1.11	1.15	1.09	1.27	1.16±0.07
2동작	0.25	0.26	0.25	0.24	0.24	0.25±0.01
3동작	0.16	0.14	0.15	0.14	0.19	0.16±0.02
Total time	1.58	1.51	1.55	1.47	1.70	1.56±0.07

2. 거리요인

거리 요인은 인체중심의 이동거리와 원발이 릴리즈 되는 순간의 어깨와 원발의 수직 높이를 분석하였다.

1) 인체중심의 이동거리

인체중심의 좌·우, 수평, 수직의 이동 변화는 표 4, 5, 6, 그림 5, 6, 7과 같다.

표 4. 인체중심의 수평 이동변화

(단위: cm)

Subject	Event			
	E2	E3	E4	E5
A	59.9	85.9	111.1	135.8
B	33.3	78.9	102.0	146.8
C	37.5	59.0	89.1	103.6
D	62.8	109.6	109.6	145.4
E	55.3	84.4	109.0	145.7
M±SD	49.76±13.46	83.56±18.09	104.41±9.12	135.46±18.35

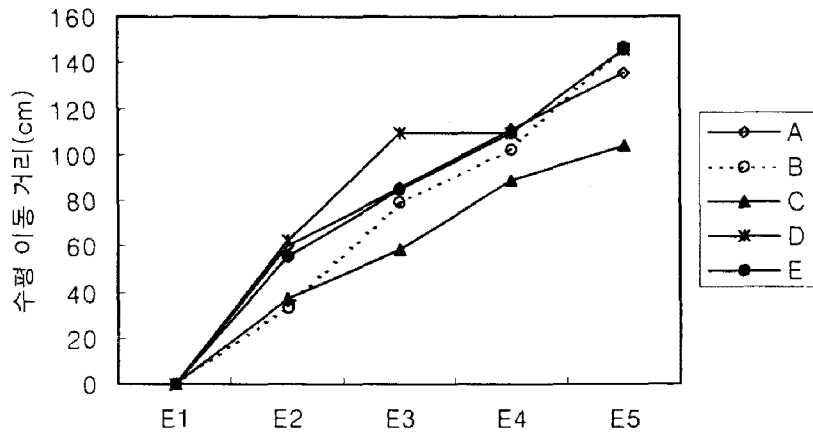


그림 5. 인체중심의 수평변화

표 5. 인체중심의 좌·우 이동 변화

(단위: cm)

Subject	Event				
	E2	E3	E4	E5	
A	21.5	-20.8	-37.4	-56.8	
B	37.5	35.0	32.4	22.8	
C	22.0	8.7	-7	-20.2	
D	23.1	9.1	-24	-17.6	
E	15.2	-0.3	-14	-27.6	
M±SD	23.86±8.23	6.34±20.10	-10±26.31	-19.88±28.52	

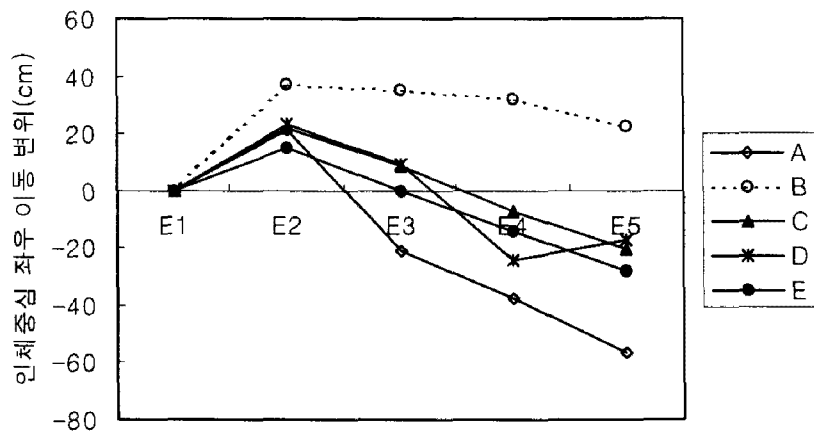


그림 6. 인체중심의 좌우변화

표 6 인체중심의 높이 변화

(단위: cm)

Subject	Event	E1	E2	E3	E4	E5
A		80.4	78.3	81.9	76.6	97.8
B		78.2	70.8	73.7	70.7	96.9
C		78.5	75.8	80.3	77.7	96.8
D		91.8	76.5	77.7	73	98.2
E		86.1	73.8	79.7	73.2	96.3
M±SD		83.0±5.85	75.04±2.87	78.66± 3.18	74.24± 2.86	97.2±0.78

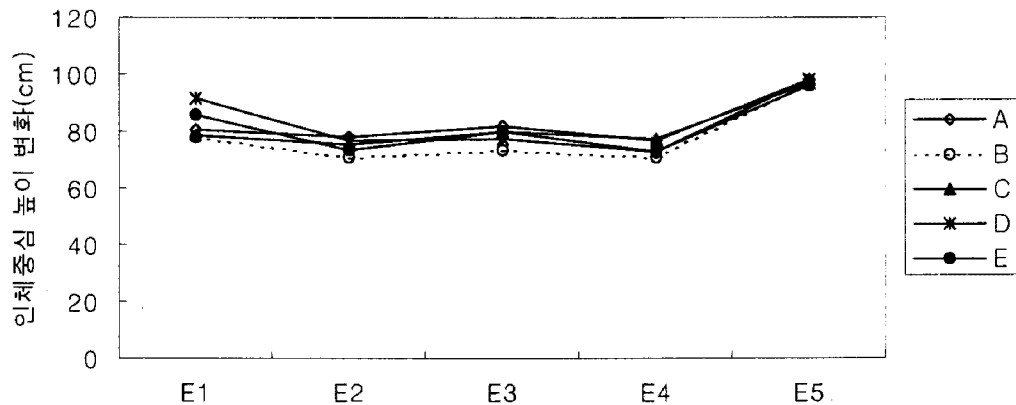


그림 7. 인체중심의 높이 변화

<표 4>에 의하여 인체중심의 수평이동변화를 살펴보면, $135.5 \pm 18.35\text{cm}$ 로 전체적인 이동거리를 보였으며, 가장 짧은 거리를 보인 선수는 C로 103.6cm 의 거리를 보였으며, B와 D의 경우는 각각 146.8cm 와 145.4cm 로 가장 긴 이동거리를 나타냈다.

<표 5>에 의하면 우수한 선수일수록 예비동작과 릴리즈 순간에서의 변위 차이가 없이 일직선상에서 동작이 이루어져야 하는데, 본 연구에서는 평균 $-19.9 \pm 28.52\text{cm}$ 의 차이를 나타냈다. 가장 많은 차이를 보이고 있는 선수는 A선수로서 -56.8cm 의 차이를 보이고 있으며, B와 D의 경우는 좌우측으로 22.8cm 와 -17.6cm 의 벗어나면서 릴리즈를 하는 것으로 나타났다.

<표 6>에 의하면 릴리즈 순간의 인체중심의 높이 변화를 살펴보면, 평균 $97.2 \pm 0.78\text{cm}$ 의 높이에서 릴리즈 동작이 이루어지는 것으로 나타나 선수들간에 많은 차이는 보이지 않고 릴리즈 동작이 이루어지는 것으로 나타났다.

<그림 5>는 인체중심의 수평변화를 그래프로 나타낸 것으로 기록이 좋은 선수일수록 유사한 형태

를 보이면 긴 이동거리를 보이고 있으며, <그림 6>은 인체중심의 좌우변화를 궤적으로 나타낸 것이다. 예비동작과 릴리즈 순간에서의 좌우변위에 대한 차이 없이 일직선상에서 동작이 이루어져야 하는데, 시간이 지남에 따라 -값으로 내려가면서 진행방향의 왼쪽으로 치우친 상태에서 동작이 이루어지는 것으로 나타나 모든 피험자들이 올바르게 올바르지 못한 자세에서 동작이 이루어지는 것으로 나타났다.

2) 어깨와 원반의 높이 변화

릴리즈 순간에 있어서 원반의 높이를 <표 7, 8>과 <그림 8, 9>는 각 Event에 따른 어깨와 원반의 높이 변화를 나타낸 것이다.

표 7. 어깨의 높이 변화

(단위: cm)

Event \ Subject	E1	E2	E3	E4	E5
A	133.8	129.3	128.5	117.2	154.0
B	133.4	125.0	122.2	115.1	159.9
C	133.1	126.5	126.3	117.6	154.7
D	153.1	125.5	129.6	119.8	152.0
E	147.7	127.0	137.1	123.6	158.4
M±SD	140.22±9.49	126.6±1.67	128.74±5.46	118.66±3.23	155.8±3.26

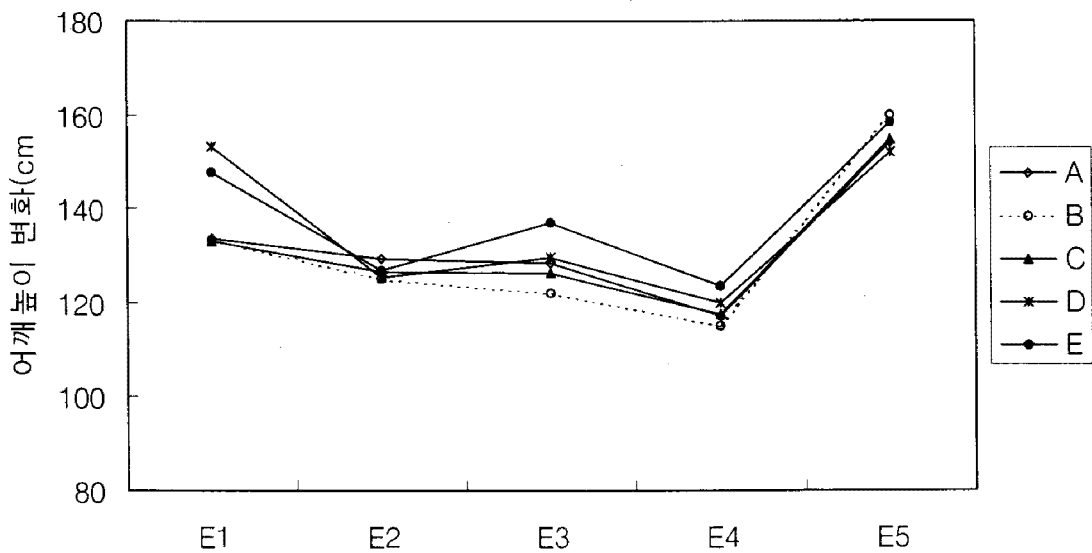


그림 8. 어깨 높이의 변화

표 8. 원반의 높이 변화

(단위: cm)

Subject \ Event	E1	E2	E3	E4	E5
A	123.4	103.6	118.3	98.2	138.0
B	114.3	101.8	120.3	106.2	159.2
C	139.1	121.4	120.3	85.6	141.6
D	126.1	103.7	119.6	115.2	153.8
E	134.3	103.3	124.7	114.7	167.8
M±SD	127.44±9.67	106.76±8.22	120.64±2.41	103.98±12.42	152.08±12.34

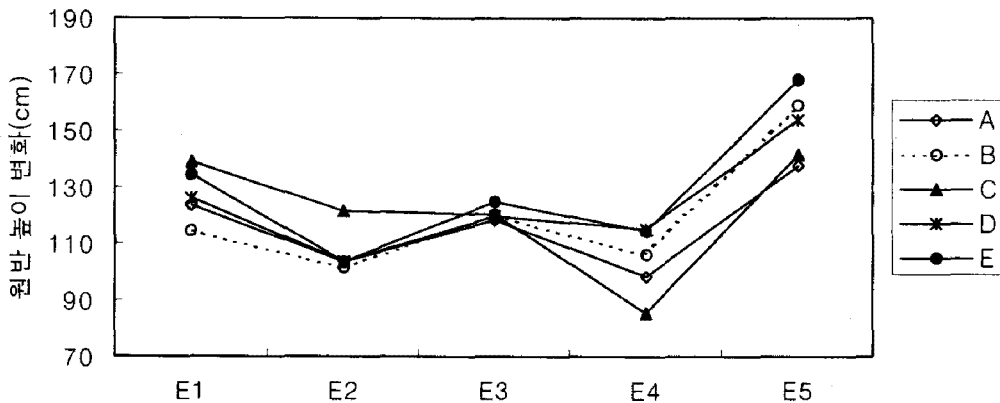


그림 9. 원반 높이의 변화

<표 7, 8>에 의하면 릴리즈 순간에 평균적으로 어깨의 높이는 $155.8 \pm 3.26\text{cm}$ 이고, 원반의 높이는 $152.1 \pm 12.34\text{cm}$ 의 높이를 보여 약 3cm의 차이를 보였지만, 원반의 높이는 피험자간의 많은 차를 내고 있다. 기록이 좋은 선수일수록 어깨와 원반의 높이가 유사한 변화를 나타냈지만, A와 E의 경우는 138.0cm와 167.8cm를 보여 어깨보다 낮거나 높은 위치를 보여, 그에 따른 기록에 있어서도 가장 짧은 기록을 보이는 것으로 나타났다.

<그림 8>은 어깨와 원반의 높이 변화를 나타낸 것으로 어깨높이의 경우는 처음 예지동작 자세 시에는 피험자간에 많은 차이를 보였지만, 릴리즈 국면에 있어서는 유사한 형태를 보이면서 릴리즈 동작이 이루어졌다.

<그림 9>의 경우 원반의 높이는 피험자간에 많은 편차를 보이면서 동작이 이루어지는 것으로 나타났다는데 특히, 릴리즈 구간에서 원발이 지면에 착지하는 순간에 있어서는 인체중심과 어깨의 높이 비해 안정된 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

3. 속도요인

1) 인체중심의 속도

<표 9>와 <그림 10>은 각 Event별 인체중심의 수평속도 변화를 나타낸 것이다.

<표 9>는 인체중심이 가장 빠르게 나타나는 지점은 Event 2로서 평균 $2.00 \pm 0.28 \text{m/s}$ 의 속도를 보였다. 이 지점은 왼발이 지면에 떨어지면서 빠른 회전동작을 하면서 수평이동을 하는 것으로, 이때 우측 발은 몸쪽으로 붙이면서 오른발이 착지를 이루는 구간이라 할 수 있는데, 이 구간에서는 양팔을 어깨높이에서 수평으로 최대한 벌려 몸통의 회전속도를 최대한 크게 하는 구간이라 할 수 있다.

처음 왼발이 이지하는 순간에서 다시 왼발이 착지하는 지점까지의 속도의 변화를 그림 10에서 살펴보면, 기록이 좋은 B와 D의 경우 속도가 짧은 변화를 보인 반면에 다른 선수들의 경우 다소 많은 감속이 이루어지는 것으로 나타났다.

표 9. 인체중심의 수평속도 변화

(단위: m/s)

Subject \ Event	E2	E3	E4	E5
A	1.61	2.06	1.39	0.67
B	2.16	2.03	1.94	0.75
C	1.87	1.74	1.28	0.40
D	1.87	1.87	1.95	0.86
E	2.32	1.74	1.63	0.36
M±SD	2.0 ± 0.28	1.90 ± 0.15	1.60 ± 0.31	0.60 ± 0.22

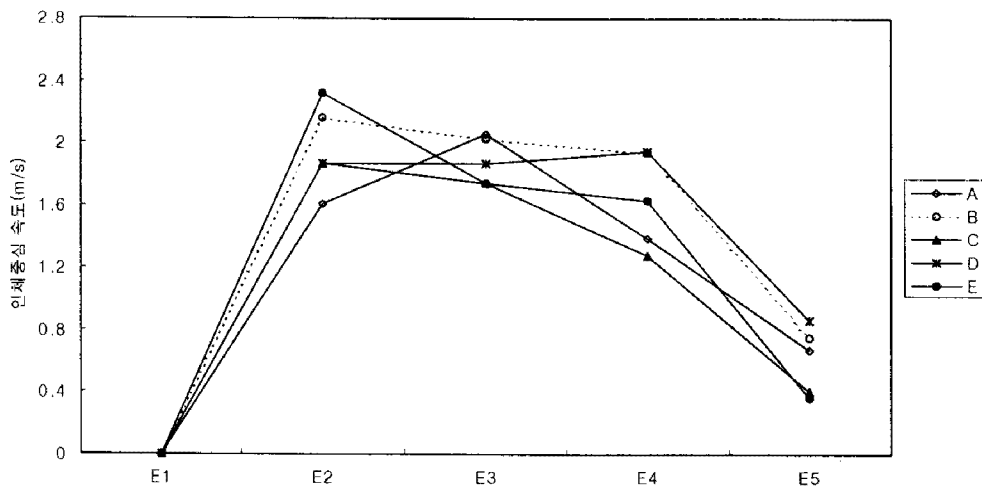


그림 10. 인체중심의 속도 변화

2) 상지관절 속도

<표 10>은 팔꿈치와 손목관절의 속도를 나타낸 것이며, <그림 11, 12>는 속도변화의 흐름을 그래프로 나타낸 것이다.

표 10. 상지관절 속도 변화

(단위:m/s)

Subject	Event	E2		E3		E4		E5	
		팔꿈치	손목	팔꿈치	손목	팔꿈치	손목	팔꿈치	손목
A		5.56	7.34	4.16	7.40	2.45	4.96	8.97	16.52
B		4.26	6.70	3.08	5.65	2.75	4.80	9.83	17.62
C		5.73	6.91	4.11	6.82	2.79	4.88	9.08	16.55
D		6.20	9.30	3.65	7.26	2.48	5.69	10.52	18.20
E		6.00	7.91	4.07	7.46	3.02	5.80	9.31	16.05
M±SD		5.60±0.76	7.60±1.04	3.80±0.46	6.90±0.75	2.70±0.24	5.20±0.48	9.50±0.64	16.90±0.93

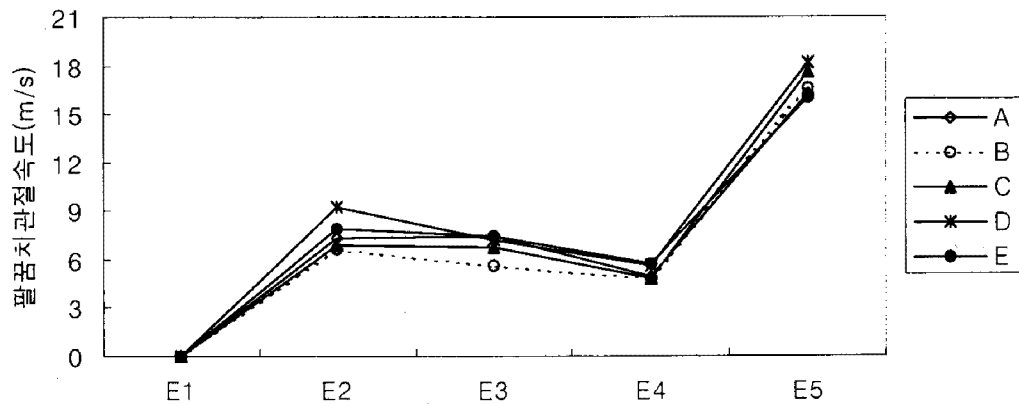


그림 11. 팔꿈치관절 속도 변화

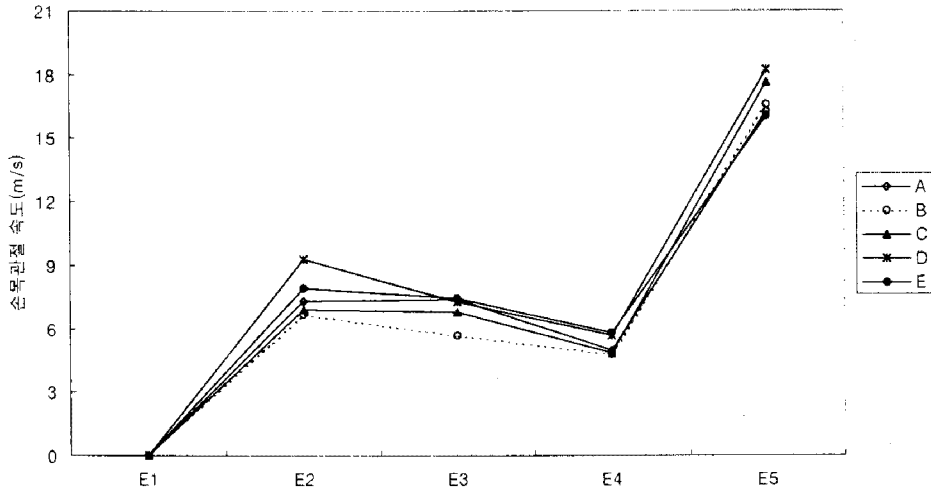


그림 12. 손목관절 속도 변화

<표 10>에 의하면, 각 Event지점에 있어서는 피험자 간에 많은 편차를 보이지 않으면서 동작이 이루어지고 있지만, Event2의 왼발이 이지되는 지점과 Event5의 릴리즈 지점에 있어서는 손목의 경우 $7.60 \pm 1.04 \text{m/s}$ 와 $16.90 \pm 0.93 \text{m/s}$ 의 속도를 보이면서 피험자간의 편차를 보이는 것으로 나타났고, 기록이 좋은 선수일수록 빠른 원위 관절 속도를 보였다.

3) 원반의 속도

<표 11>은 릴리즈 시 원반의 수직, 수평, 좌우, 합성속도를 나타낸 것이다.

<표 11>에 의하면, 릴리즈 시 원반 속도의 좌우를 먼저 살펴보면, $1.70 \pm 0.77 \text{m/s}$ 의 속도를 보였으며, 수평속도는 $15.70 \pm 1.47 \text{m/s}$ 를, 수직속도는 $15.70 \pm 1.47 \text{m/s}$ 를 보이면서 그에 따른 합성속도는 $20.1 \pm 1.16 \text{m/s}$ 의 속도를 나타냈다. 릴리즈에서 좌우속도를 작게 하면서 수직속도를 크게 하는 다른 선수들에 비해 D의 경우는 다소 빠른 좌우속도(3.05m/s)를 보이면서 수직속도(10.95m/s)가 작게 나타나는 것으로 나타나 그에 따른 기록이 다소 짧아지는 것으로 나타났다. 또한 수직(10.95m/s)보다는 빠른 수평속도(18.18m/s)를 보이는 D선수와는 달리 다른 모든 선수들의 경우는 수평속도와 수직속도의 차이가 작게 나타나고 있는데, 이는 적정 투사각보다 큰 투사각으로 릴리즈 하는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 투사거리를 크게 하기 위해서는 수평속도를 크게 해야 하는 것으로 나타났다.

표 11 원반의 속도

(단위:m/s)

Subject		A	B	C	D	E	M±SD
E2	좌우	-2.71	1.88	-4.10	-2.25	-0.53	-1.50±2.30
	수평	6.48	6.58	7.54	8.82	8.27	7.50±1.03
	수직	1.70	1.65	1.14	1.73	1.96	1.60±0.30
	합성	7.34	7.00	7.54	9.31	8.45	7.90±0.94
E3	좌우	-7.23	-4.88	-3.20	-5.90	-6.09	-5.50±1.51
	수평	1.04	2.90	6.87	4.07	3.92	3.80±2.12
	수직	-0.11	-0.27	-1.12	0.88	0.60	0.00±0.79
	합성	7.38	5.67	6.87	7.36	7.29	6.90±0.73
E4	좌우	-1.58	-4.46	-4.69	-3.98	-4.23	-3.80±1.26
	수평	-4.68	-1.25	-4.68	-4.93	-3.09	-3.70±1.57
	수직	-2.78	-2.09	-2.41	-1.75	-2.12	-2.20±0.39
	합성	5.63	5.02	4.68	6.39	5.41	5.40±0.65
E5	좌우	1.32	1.15	1.56	3.05	1.46	1.70±0.77
	수평	14.45	15.11	15.00	18.18	14.97	15.70±1.47
	수직	12.86	14.43	12.58	10.95	10.99	12.40±1.45
	합성	19.28	20.93	20.25	21.44	18.63	20.1±1.16

4. 각도요인

1) 몸통각도

몸통각은 수직축을 중심으로 하여 상체가 전경각을 이루는 것은 -값이며, 후경각을 이루는 것은 +값으로 정의하였으며, 각 구간별 각도의 변화는 <표 12>와 <그림 13>과 같다.

표 12. 몸통각도의 변화

(단위: deg)

Subject		E1	E2	E3	E4	E5
Event						
	A	-2.3	9.6	-22.5	-28.1	-27.1
	B	-6.3	6.1	-41.4	-44.8	-5.4
	C	-11.5	8.5	-23.7	-26.6	-17.7
	D	-11.3	11.5	-33.0	-31.6	-6.8
	E	-5.6	6.9	-34.8	-24.2	-11.9
	M±SD	-7.4±3.95	8.52±2.15	-31.08±7.94	-31.06±8.14	-13.78±8.88

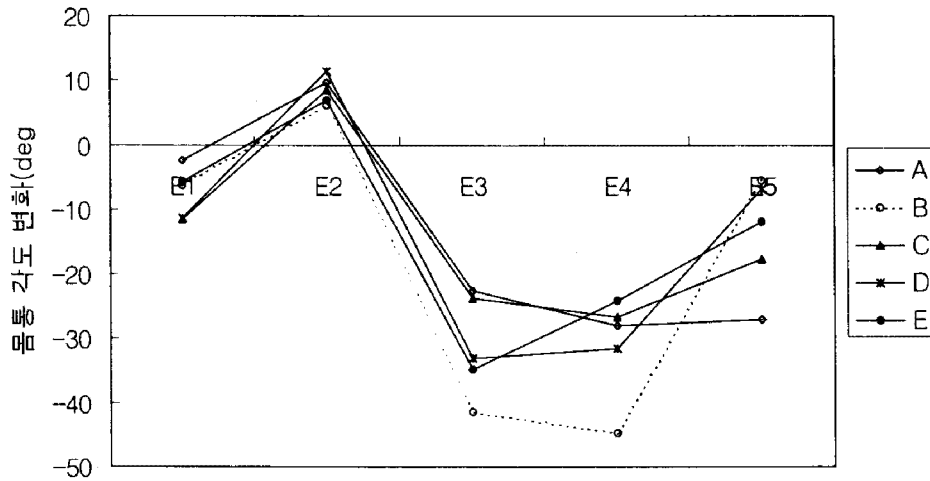


그림 13 몸통각도의 변화

<표 12>와 <그림 13>은 각 구간별 각도를 나타낸 것으로 E1의 예비구간에서는 개개인의 자세에 따른 차이가 있지만 원발이 착지하는 Event4의 지점에서는 -31.1 ± 8.14 를 보이면서 착지동작이 이루어졌으며, 릴리즈 순간에 있어서는 -13.8 ± 8.88 의 각도를 보여 후 경각을 이루면서 릴리즈 동작을 이루어지는 것으로 나타났다.

2) 릴리즈시의 관절각과 어깨회전각

릴리즈시의 각도는 어깨각, 팔꿈치 각, 어깨회전각으로 분석하였으며, 결과 내용은 <표 13>과 같다.

표 13. 릴리즈시의 각 관절 각도

(단위: deg)

Subject	각도요인	어깨각	팔꿈치각	어깨회전각
A		67.1	147.1	82.9
B		86.1	158.9	88.5
C		71.4	161.8	83.9
D		87.1	153.7	90.1
E		81.1	168.0	90.9
M±SD		78.56±8.93	157.9±7.95	87.26±3.65

<표 13>에 의하면, 릴리즈 시에 어깨각은 평균 78.6 ± 8.93 를 보였으며, 팔꿈치각은 157.9 ± 7.95 의

각도를, 그리고 어깨회전각은 87.3 ± 3.65 의 각도에서 릴리즈가 이루어지는 것으로 나타났다. 어깨각의 경우에는 기록이 좋은 선수(B, D)일수록 상완이 수평에 가깝게 놓여져 있는 것으로 나타났으며, 팔꿈치의 경우는 퍼진 상태에서 이루어져야 릴리즈시의 운동량을 크게 증가시켜 투사속도를 증가시킬 수 있지만, 본 연구에서의 피험자들은 다소 팔꿈치가 굴곡된 상태에서 릴리즈 동작이 이루어지는 것으로 나타났다.

3) 투사각도

릴리즈 순간의 투사 각도는 <표 14>와 같다.

표 14 릴리즈 시 투사각도

(단위:deg)

구 간 \ 피험자	A	B	C	D	E	M±SD
릴리즈 시 투사각	30.1	32.5	34.7	38.7	35.4	34.2 ± 3.22
기 록	47.9	49.8	46.7	53.1	46.5	48.8 ± 2.73

<표 14>에 나타난바와 같이 평균 34.2 ± 3.22 의 투사 각도를 보여 주어, 기록에 따른 투사각이 작게 나타나는 것으로 나타났다. 본 연구에서 기록이 가장 좋은 피험자의 경우 38.7의 각도에서 릴리즈 하는 것으로 나타났으며, 기록이 저조한 피험자일수록 릴리즈 시의 투사각이 작게 나타났다. 따라서 선행연구들의 릴리즈 각에 대한 결과에 있어서 투사거리를 크게 하기 위해서는 적정 투사각을 유지해야 하는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 경기력 향상의 기초적 자료를 제시하여 던지기 시의 이상적인 자세를 제공하기 위한 것으로 현재 국가대표와 대표급 선수들을 대상으로 처음 준비자세에서 릴리즈까지 총 3개의 동작으로 구성하였다. 이것을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기록이 좋은 선수일수록 최종 원발 지지국면에서의 지지시간 (1.47")이 짧게 나타났다.

2. 신체중심의 이동변화에 있어서, 준비동작에서 릴리즈까지의 이동거리는 길게 하고 중심선에 대한 좌우변화는 적게 하면서, 그에 따른 신체중심의 높이도 낮게(74.2cm) 하는 것으로 나타났다.
3. 기록이 좋은 선수들일수록 릴리즈 시 수직속도보다는 수평속도(0.86")를 크게 하는 것으로 나타났다으며, 그에 따른 몸통각의 경우 수직축에 가깝게 자세를 취하는 것으로 나타났다.
4. 릴리즈 시 상지분절의 각도에 있어서는 완전히 신전된 상태보다는 굴곡 된 자세로 릴리즈 하는 것으로 나타났으며, 그에 따른 투사각에 있어서는 피험자 간에 각각 다른 형태의 투사각으로 이상적인 투사각보다 작은 34의 각도에서 투사하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 김상구, 신성휴 (1985). G. Dyson의 육상경기 역학. 성균관대학교 출판부.
- 박준기 (1994). 육상경기-이론과 실제. 도서출판 금광
- 안영한, 최충식 (1991). 육상경기의 최신기술. 형설출판사.
- 홍순모 (1999). 원반던지기 기술동작의 운동역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 성균관대학교 대학원.
- Anderws, J. R., Dillman, C. (1989). The Elbow in the Throwing Athlete. American Orthopaedic Society for Sports Medicine. pp. 68-73.
- Gregor, R. J., Whiting, W. C. & McCoy, R. W. (1985). Kinematic analysis of Olympic discus throwers. International Journal of Sport Biomechanics, pp.133-138.
- Gunther, R. (1982). The Discus revisited. Athletic Journal, 62:16-17.
- Hay, James. (1979). The Biomechanical of Sports Techniques. Prentice Hall.
- McCoy, R. (1984) Kinematic Analysis of Elite Discus Throwers. International Track & Field Coaches Association. pp.96-99.
- Schwartz, G. (1983). Two major obstacles to effective discus throwing. Track and Field Quarterly Review, 83(1):25.