



여자 창던지기 운동학적 요인의 일관성 평가

Evaluation of Consistency on Kinematic Factors in Women Javelin Throw

홍순모 · 이영선* (한국 체육대학교)

Hong, Soon-Mo · Lee, Young-Sun* (Korea National Sports University)

ABSTRACT

S. M. HONG, and Y. S. LEE, Evaluation of Consistency on Kinematic Factors in Women Javelin Throw. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 4, pp. 65-71, 2007. The purpose of this study was to investigate variability of kinematic factors affecting the record in women's javelin throwing. For this study, 8 female-javelin thrower participated in this experiment. The three digital video cameras (Sony, 120x) were used to record motions. Kwon3D 2.1 was used to process data and they were analyzed with Excell for factors. The sampling rate of a camera was 60Hz and shutter speed of a camera was 1/1000sec. The coordinate data were filtered using a fourth-order Butterworth low pass filtering with an estimated optimum cut-off frequency of 6Hz.

The results were as follows:

1. From cross step to landing of delivery, the average velocities of CoM of non-dominant athletes were greater than dominant athletes and those of CoM of non-dominant athletes less than dominant athletes, but at release dominant athletes had a lower average velocity and a variability than non-dominant athletes.
2. From cross step to landing of delivery, the average throwing velocities and variabilities of a javelin of dominant athletes were greater than dominant athletes, but at release, dominant athletes had a higher velocity than dominant athletes and had a equal variability.
3. At every events, a forward or backward angles and variabilities of non-dominant athletes were greater than dominant athletes.
4. From cross step to landing of delivery, dominant athletes' elbow average angles were greater than non-dominant athletes and the variabilities of latter less than non-dominant athletes, but at release dominant athletes' variabilities were smaller than non-dominant athletes.
5. At landing of delivery, dominant athletes' knee average angles and variabilities of a supporting foot were a greater than non-dominant athletes, and at release, dominant athletes' knee average angles was a greater but variabilities less than non-dominant athletes.

In conclusion, the dominant threw javelins fast while having stable postures and the range of elbow's angle large.

KEYWORDS : VARIABILITY, KINEMATIC FACTOR, COM, JAVELIN

I. 서론

현재 여자 창던지기의 세계 기록은 2005년 핀란드에서 열린 제10회 세계 육상 선수권대회(IAAF World Championships in Athletics)에서 쿠바의 오슬레이디스 매넨데스가 71.70m로, 국내 기록의 60.92m와 비교할 때, 10m 이상의 기록 차이를 보이고 있다. 창던지기는 신장과 팔이 길어야 하는 체격적인 면과 그에 따른 강한 근력과 순발력을 요하는 체력적인 면이 중요한 요인으로 작용하며 이 두 요인 따라 던지기 자세가 결정된다. 이처럼 체격과 체력적인 면이 중요함에도 불구하고 국내 선수들의 신체조건은 유럽 선수들에 비해 열세에 있다. 체격과 체력의 선천적인 열세를 극복하기 위해서는 기술을 발달시켜 경기력 향상을 도모해야 할 것이다.

Komi & Mero(1985)에 의하면, 크로스 스텝의 도움닫기 속도와 기록과는 개인차의 특성에 의해 낮은 상관관계를 보이고 있는 것으로 보고하였다.

창의 비행 거리는 크로스 스텝의 도움닫기 속도와 릴리즈 구간에서의 자세에 따라 나타나는 운동량(momentum)을 상이분절에 어느 정도 전이시키기에 따라 창의 비행 거리가 결정되는 것으로 보고하고 있다(Barlett, 1996; Komi & Mero, 1985; Mero, Komi, Kotjusz, Navarro, & Gregor, 1994; Whitting, Gregor, Halushka, 1991; 이영선, 2004b; 이종훈, 2002).

그러나 지금까지 연구된 대부분의 선행연구들은 단일 집단의 대상자 3-4명의 가장 좋은 기록의 동작만을 분석하여 실패와 저조한 기록에서 나타나는 원인에 대해서는 명확하게 제시하지 못하고 있다. 특히, 창던지기는 6차시도 후 가장 좋은 기록으로 순위를 결정하기 때문에 6차시도의 던지기 자세와 기록과의 관계를 분석하여, 국내 선수들의 오류동작을 탐지하고 정정하여 세계 선수들과 견줄 수 있는 선수를 육성하는 것이 시급한 과제라 할 수 있다. 따라서 이 연구는 여자 창던지기 선수들을 우수선수과 비우수선수로 구분하여 투창 기록에 영향을 미치는 운동학적 요인에 대한 변이계수(variability)를 통하여 동작의 일관성을 파악 하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구의 대상자는 최고 기록이 50m 이상인 4명을 우수선수(신장: 167.8±1.71cm, 체중: 64.0±6.83kg, 경력: 14.3±6.50yrs, 최고기록 55.09±3.02m)로, 50m 이하인 4명을 비우수선수(신장: 169.8±3.59cm, 체중: 65.0±9.52kg, 경력: 8.25±1.71yrs, 최고 기록 48.73±1.54yrs)로 선정하였다.

2. 실험방법

크로스 스텝 구간과 릴리즈 동작을 촬영하기위해 세대의 비디오카메라(Sony-120x)가 이용되었으며, 던지는 팔의 동작을 정확하게 촬영하기 위해 두 대는 주행로를 중심으로 전면 좌·우측에 설치하였고, 다른 한 대는 실험에 지장을 주지 않는 피험자의 우측 측면에 설치하였다. 이때 샘플링률은 60Hz로 셔터 스피드는 1/1000sec로 설정하였다. 실험 상황에 앞서 공간좌표 설정을 위해 길이, 높이, 폭의 크기가 12m×3m×1m인 통제점 틀을 만들어 크로스 스텝 구간과 릴리즈 동작을 완전히 포함 할 수 있도록 위치시킨 후 2분간 촬영 후 제거 하였다. 실험상황을 실제시합상황과 같게 만들기 위해서 모든 피험자들에게 충분한 연습을 시킨 후 6차시도까지 던지도록 하였다.

1) 분석변인 및 각정의

크로스 스텝과 릴리버리 구간에서의 신체중심 속도, 창의 속도와 상체 전·후경각(TA), 우측 팔꿈치각

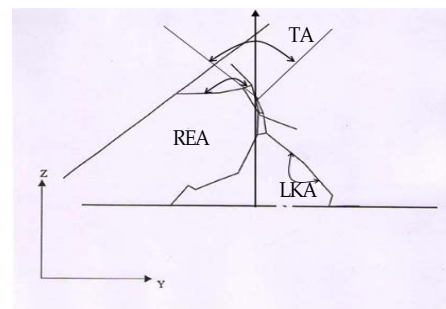


그림 1. 분석 각정의

(REA) 및 좌측 무릎각(LKA)의 변이계수를 분석하였다. <그림 1>과 같이 상체전·후경각은 몸통과 수직축이 이루는 절대각, 무릎각과 팔꿈치각은 두 분절 사이의 상대각으로 각각 정의하였다.

2) 분석국면

<그림 2>와 같이 국면1은 E1(크로스 스텝의 왼발 착지)-E2(크로스 스텝의 오른발 착지)까지, 국면2는 E2-E3(틸리버리 구간의 지지발 착지) 국면3은 E3-E4(틸리즈 순간)으로 4이벤트 3국면으로 설정하였다.

3) 마커 부착점

각 피험자에 대한 3차원 관절점 좌표를 정확하게 얻기 위해 <그림 3>과 같이 각 피험자의 관절점에 마커

를 부착하였다.

3. 자료처리 방법

이 연구에서 2차원 공간 좌표값을 구하기 위해 DLT(Direct Linear Transformation)방법(Abdel-aziz & Karara, 1971)을 사용하였고, 3차원 관절점 좌표를 얻기 위해서는 20개의 관절점과 2개의 가상 관절점으로 설정하여, 총 22개의 관절점에 15개의 분절이 연결된 강체구조로 정의하였다. 신체중심의 속도변화를 산출하기 위해 각 분절과 전신의 신체중심을 구하기 위한 신체분절지수는 Plagenhoef(1983)의 자료를 이용하였다. 변이계수는 각 대상자들의 총 시도에 대한 표준편차를 평균으로 나누어 100을 곱했다.

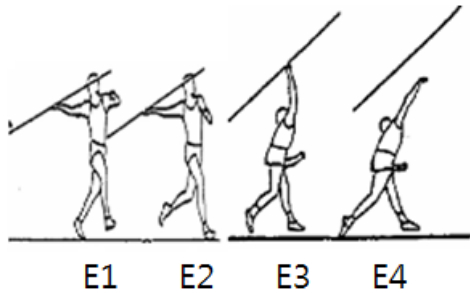


그림 2. 분석국면

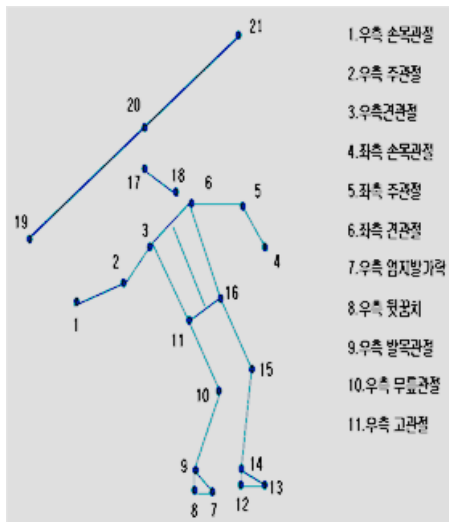


그림 3. 마커 부착지점

III. 결과 및 논의

<표 1>은 분석변인들의 기술통계량을 나타낸 것이며 이에 대한 모든 그래프는 이벤트별 변화 그래프이다.

1. 신체중심 속도

<그림 4>는 신체중심 속도를 나타내는 그래프로써 모든 이벤트에서 우수선수가 비우수선수보다 작게 나타났으며 이것은 Morriss & Bartlett(1996)가 남자를 대상으로 분석한 연구에서 릴리즈 순간의 신체중심 속도가 빠를수록 릴리즈 시 상지 관절 속도가 작게 나타나는 투사 속도가 작아지는 것으로 보고하여, 릴리즈 시 신체중심속도가 빠르다고 결코 좋은 것만이 아니라고 강조한 것과 비교할 때 동일한 결과를 보였다.

그리고 신체 중심 속도의 변동성을 나타내는 변이계수는 E3까지 우수선수가 비우수선수보다 크게 나타났고 E4에서는 비우수선수가 우수선수보다 크게 나타났다. 이는 크로스 스텝의 왼발 착지부터 지지발 착지까지 우수선수의 신체 움직임이 비우수선수보다 큰 반면, 릴리즈 순간에서는 우수선수의 신체 움직임의 변동성이 작아 비우수선수보다 더 안정적인 자세로 창을 투사하는 것으로 사료된다.

표 1. 분석변인의 기술통계량

Subjects	E1		E2		E3		E4	
	Dominant	Non	Dominant	Non	Dominant	Non	Dominant	Non
신체중심 속도	5.03 ±0.52	5.13 ±0.30	4.85 ±0.42	4.89 ±0.26	4.20 ±0.40	4.38 ±0.30	2.75 ±0.26	2.88 ±0.55
변이계수	10.33	5.86	8.70	5.34	9.56	6.93	9.40	19.19
창의 투사 속도	5.42 ±0.64	5.25 ±0.42	5.18 ±0.26	4.70 ±0.33	6.34 ±0.60	6.10 ±0.54	17.06 ±1.05	15.47 ±0.52
변이계수	5.11	5.17	4.79	4.99	4.28	4.40	2.50	2.49
상체전·후경각	-8.7 ±2.18	-14.9 ±5.99	-23.4 ±3.91	-29.2 ±7.72	-24.6 ±5.01	-24.9 ±9.52	4.2 ±3.55	4.7 ±11.41
변이계수	24.97	40.30	16.75	26.42	20.36	38.19	85.36	241.05
우측 팔꿈치각	158.3 ±2.21	149.1 ±7.62	156.6 ±2.18	146.5 ±4.73	124.2 ±10.10	108.1 ±18.88	134.0 ±16.01	125.2 ±8.84
변이계수	1.39	5.11	1.39	3.23	8.14	17.47	11.94	7.06
좌측 무릎각	157.9 ±6.41	154.0 ±4.48	145.9 ±18.34	131.0 ±25.56	171.8 ±3.12	170.7 ±2.13	168.7 ±2.19	163.0 ±7.72
변이계수	4.06	2.90	12.57	19.51	1.81	1.24	1.29	4.73

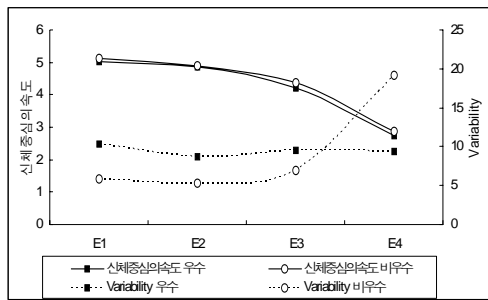


그림 4. 신체중심의 속도와 변이계수

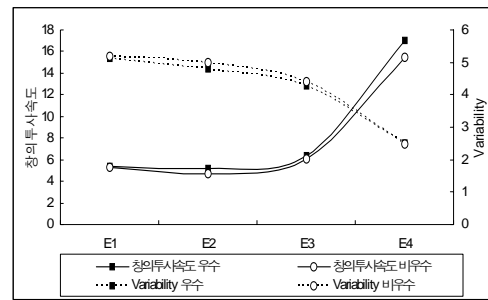


그림 5. 창의 투사 속도와 변이계수

2. 창의 투사속도

창의 투사 속도는 창의 투사 거리에 직접적으로 영향을 주는 가장 중요한 요인이다.

<그림 5>는 창의 투사속도를 나타내며 창의 속도 변화에 있어서 크로스 스텝 구간에서 달리버리 구간의 지지발 착지까지 신체중심의 속도 변화와 달리 우수선수가 비우수선수보다 다소 낮은 변이계수를 보이면서 빠른 속도를 보였다. 특히, 릴리즈 순간에 거의 동일한 변이계수를 가지면서 우수선수의 평균속도가 17.06±1.05m/s로 비우수선수의 평균속도, 15.47±0.52m/s보다 빠른 투사속도를 보였다.

Best, Bartlett, & Morriss(1993)와 Mero, et. al(1994)는 릴리즈 시 창의 투사속도가 평균 21-24m/s, Komi

& Mero(1985)는 평균 21.86m/s, 이영선(2004a)은 평균 19.0m/s, 백진호와 김재필(2001)는 평균 17m/s의 속도를 보이면서, 이 연구의 결과가 선행 연구보다 낮은 속도를 보였다. 이는 대상자의 개인 차이에 기인한다고 사료된다.

3. 상체 전·후경각

<그림 6>의 상체전·후경각에서 볼 수 있듯이, 크로스 스텝 구간의 E1과 E2에서는 우수선수보다 비우수선수가 큰 후경각세로 착지하여 릴리즈 길이를 길게 할 수 있는 것으로 나타났지만, 달리버리 구간에서의 특성을 살펴보면, 지지발 착지가 이루어지는 E3에서는 우수선수가 평균 -24.6± 5.01도, 비우수선수는 평균

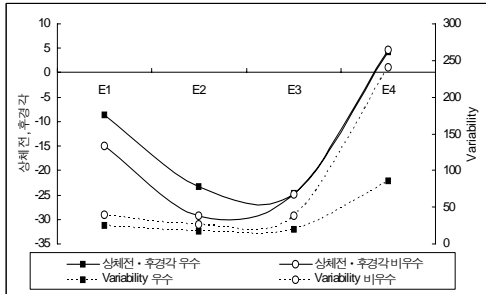


그림 6. 상체 전/후 경각과 변이계수

-24.9±9.52도로 유사한 자세각을 보였지만, 변이계수에서 우수선수가 작은 값으로 비우수선수보다 다소 일관성 있는 자세를 보였고, 릴리즈 동작이 이루어지는 E4에 있어서도 우수선수가 평균 4.2±3.55도, 비우수선수는 평균 4.7±11.41도로 우수선수와 유사한 자세각을 보였지만, 변이계수에 있어서 우수선수보다 큰 값을 보임에 따라 우수선수보다 다소 변동성이 작은 상태로 창을 투사 하는 것으로 나타났다.

허성민(2001)에 의하면, 던리버리의 지지발 착지 순간의 후경자세는 창에 대한 힘을 가할 수 있는 시간을 길게 함으로서 운동량을 증가시키지만, 지나친 후경자세는 오히려 투사 속도를 감소시키는 것으로 보고 하였는데, 이는 우수선수보다 비우수선수가 큰 변이계수를 보임에 따라 투사속도에 일관성이 결여되었다고 볼 수 있다. E3(던리버리의 지지발 착지) 시 최규정(1988)은 평균 -22도, 이종훈 등(2000)은 평균 -22.3도를 보인 것과 비교할 때, 이 연구의 피험자들이 다소 큰 후경자세를 보여, 그에 따른 투사 속도가 작게 나타난 것으로 볼 수 있다. 그러나 Jorg & Lutz(1988)의 연구에서는 평균 -30도의 후경자세를 보인 것과 비교할 때, 국내 선수들이 다소 작은 후경각을 보이고 있는데, 이는 지지발 착지 시 상체가 같이 움직이기 때문에 지지발에서 생기는 전환력이 작아져 균형 자세를 만들지 못하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 자세는 팔에 운동량을 전달하지 못하면서 상체가 전방으로 빠르게 숙여지는 결과를 초래하여 창에 많은 힘을 전달하지 못할 뿐만 아니라 지지발 다리와 던지는 팔의 어깨가 이루는 신체의 축과 창과 이루는 회전 반경이 작아져 큰 선속도를 얻지 못하는 것으로 볼 수 있다.

4. 팔꿈치각

릴리즈 길이와 관련된 팔꿈치각의 변화를 <그림 7>에서 살펴보면, 전반적으로 우수선수가 비우수선수보다 다소 신전된 자세와 낮은 변이계수를 보이면서 비우수선수보다 우수선수가 일관성 있는 자세를 보였다. 그러나 던리버리 구간의 E4에 있어서는 비우수선수가 평균 125.2±8.84도, 우수선수는 평균 134.0±16.01도로 비우수선수보다 크게 신전된 자세로 창을 투사하는 것으로 나타났고, 큰 팔꿈치각으로 인하여 변이계수가 크게 나타난 것으로 사료된다.

Morriss & Barlett(1996)와 Mero et. al(1994)에 의하면, 팔꿈치각은 지지발 착지와 릴리즈 순간의 굴곡 변화가 작게 이루어져야 릴리즈 구간을 길게 함과 동시에 어깨를 이용하여 릴리즈 시 창에 보다 많은 힘을 전이시킬 수 있는 것으로 보고하였는데, 이 연구에서는 지지발 착지에서 릴리즈 순간으로 갈수록 우수선수와 비우수선수의 팔꿈치가 크게 신전되는 특성을 보였고, 허성민(2001)의 연구결과에서도 평균 132.2도와 134.5도로 굴곡보다 신전되는 특성을 보였다. 이는 국내 선수들이 지지발 착지 후 팔꿈치 자세각을 유지하다가 피니쉬에서 신전시키기 때문에 어깨를 이용하지 못하고, 팔로만 릴리즈 동작을 하기 때문에 릴리즈 투사 속도를 작게 하여 결과적으로 비행 거리를 얻지 못하는 것으로 볼 수 있다.

5. 지지발(좌측) 무릎각

릴리즈 순간 상지 분절에 많은 운동량을 전이시키기

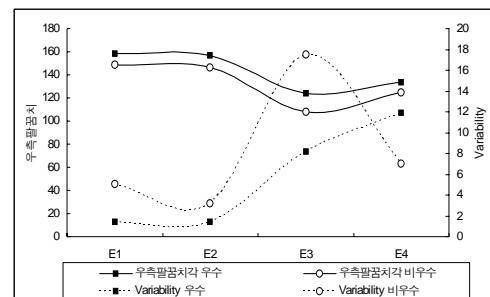


그림 7. 우측 팔꿈치 각과 변이계수

위해서는 지지발 착지순간의 좌측 무릎각 자세에 따라 크게 좌우되는 것으로 보고되고 있는데, Morriss & Barlett (1996)과 이종훈(2000)에 의하면, 지지발 착지 시 무릎각은 180도가 될 때, 전환력을 크게 하기 때문에 하체에서 발생된 운동량을 상체로 전이시킬 수 있는 것으로 보고하고 있다. <그림 8>의 E3에서 비우수 선수의 변이계수가 우수선수보다 작은 값을 보이면서 일관성 있는 자세를 보였지만, 비우수선수의 좌측 무릎각은 평균 170.72± 2.13도, 우수선수는 평균 171.76± 2.13도로 비우수선수보다 다소 큰 자세각을 보이면서 전환력을 크게 발휘 할 수 있는 것으로 나타났다.

릴리즈 순간의 E4에서는 우수선수가 평균 168.70±2.19도, 비우수선수는 평균 163.00±7.72도로 우수선수와 비우수선수 모두 지지발 착지의 E3보다 굴곡 되는 것으로 보였지만, 우수선수의 변이계수가 작게 나타나 일관성 있는 자세를 보여 비우수선수보다 하체에서 발생된 운동량을 상체로 전이시킬 수 있는 가능성이 큰 것으로 사료된다.

Jorg & Lutz(1988)는 기록이 60m 이상인 엘리트 선수들의 경우 릴리즈 순간의 무릎각은 평균 172도를 보였고, Komi & Mero(1985)에서는 우수선수가 평균 170도, 비우수선수가 평균 165도, 최규정(1988)은 평균 163.1도, 허성민(2001)은 평균 165.9도를 보여 국내 선수들이 다소 굴곡 자세를 보이고 있는데, 이는 앞서 설명된 전환력 뿐만 아니라 신체중심이 낮아지면서 상대적으로 낮은 투사 높이를 보이게 된다. 따라서 국내 선수들의 투사 거리를 길게 하기 위해서는 지지발 착지순간의 무릎각을 릴리즈 순간까지 신전된 자세를 유지하여 전환력을 크게 발휘 할 수 있도록 지지발 다리의

신근력을 강화시켜야 하는 것으로 판단된다.

IV. 결론

2차원 좌표를 이용해 분석변인과 분석변인의 변이계수를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 크로스 스텝에서 달리버리 착지까지 비우수선수의 신체중심 평균속도는 우수선수보다 크고, 작은 변이계수를 보였지만, 릴리즈 순간에서는 우수선수가 비우수선수보다 다소 낮은 속도와 작은 변이계수를 보였다.

2. 크로스 스텝에서 달리버리 착지까지, 우수선수의 창의 평균 투사속도는 비우수선수보다 크고, 높은 변이계수를 보였지만, 릴리즈 순간에서는 우수선수가 비우수선수보다 큰 투사속도와 대등한 변이계수를 보였다.

3. 모든 이벤트에서 비우수선수의 상체전·후경각과 변이계수는 우수선수보다 크게 나타났다.

4. 크로스 스텝에서 달리버리 착지까지, 우수선수의 팔꿈치각은 비우수선수보다 크고 작은 변이계수를 보였고, 릴리즈 순간에서 우수선수의 변이계수가 작게 나타났다.

5. 달리버리의 착지에서 우수선수의 지지발 무릎각과 변이계수는 비우수선수보다 크고, 릴리즈 순간에서는 우수선수가 비우수선수보다 큰 무릎각과 작은 변이계수를 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 창의 비행거리를 결정하는 릴리즈 순간에 있어서 우수선수는 비우수선수보다 신체중심 속도, 상체 전·후경각 및 지지발 무릎각에서 일관성을 보였지만, 팔꿈치각은 큰 변동성을 보였다. 그리고 창의 투사 속도에서는 대등한 변동성을 보였다. 결론적으로 우수선수가 비우수선수보다 안정된 신체자세로 팔꿈치의 운동범위를 크게 하여 창을 빠르게 투사하고 있다.

참고 문헌

이영선(2004a). 여자 창던지기 도움닫기 최종1보 착지와 릴리즈 국면의 운동학적 분석. **한국운동역학**

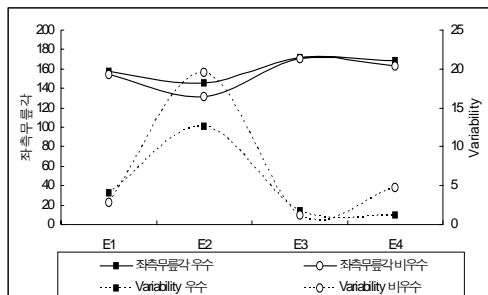


그림 8. 지지발(좌측) 무릎각과 변이계수

- 지, 14(1), 51-63.
- 이영선(2004b). 여자 창던지기 크로스 스텝과 달리바리 국면의 운동학적 분석. *한국운동역학지*, 14(3), 149-163.
- 이종훈(2002). 창던지기 동작의 Kinematic적 특성분석. *한국운동역학지*, 12(2), 345-359
- 최규정(1988). 투창의 생체역학 및 코칭. 대한체육회 스포츠과학연구소, 스포츠 과학정보, 25, 36-42.
- 허성민(2001). 창던지기 릴리즈 국면의 운동학적 분석. 공주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Best, R.J., Bartlett, R.M., & Morriss, C.J.(1993). A three-dimensional analysis of javelin throwing technique. *Journal of Sports Science* 11, 315-328.
- Bartlett, R.M, Muller, E., Lindinger, S., Brunner, F., & Morriss, C. (1996). Three dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. *Journal of Applied Biomechanics* 12, 72-87.
- Jorg, B., & Lutz, K.(1998). *The technique of the best female javelin throwers in 1977*. Berlin: IAAF, 13(1), 47-61
- Komi, P.V., & Mero,M.(1985). Biomechanical analysis of Olympic javelin throwers, *International Journal of Sport Biomechanics*, 139-150.
- Mero, A., Komi, P.V., Kotjus, T., Navarro, E., & Gregor, R.G.(1994). Body segment contributions to javelin throwing during final thrust phases. *Journal of Applied Biomechanics* 10, 166-179.
- Morriss, C., & Bartlett, R.(1996). Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports Medicine* Jun 21, 438-446.
- Whitting W.C, Gregor, R.J., & Halushka, M.(1991). Body segment and Release Parameter contributions to new rules javelin throwing. *International Journal of Sport Biomechanics* 7, 111-124.

투 고 일 : 10월 31일
 심 사 일 : 11월 6일
 심사완료일 : 12월 3일