



창던지기 동작의 kinematic적 특성분석

이 종 훈

국 문 요 약

투창동작시 투창의 투사속도, 투사높이, 투사각도, 공기의 저항 등은 창의 수평거리와 궤적 등에 영향을 미치는 주요 요인으로, 본 연구에서는 투창의 던지기 동작시 선수들의 움직임을 정량적으로 분석하여 선수지도에 기초자료를 제공하고자 하는데 그 목적을 두었다. 이를 위해 제65회 전국육상경기 선수권대회 및 2002년 아시안게임 선발전경기의 상위 입상자 3명을 대상으로 힘발이 지면에 착지하는 순간부터 지지발이 지면에 착지하는 순간과 창이 손으로부터 릴리즈 되는 순간까지를 3차원 분석을 통하여 운동학적 변인을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 선수들은 창을 뒤로 젖히고 크로스 스텝하는 동안 수평속도가 떨어지지 않도록 해야 할 것으로 사료되며, 릴리즈시 투사요인의 투사높이는 평균 $84 \pm 3.3\%$, 투사각도는 평균 38.7 ± 1.9 도를 투사속도는 $15.6 \pm 3.4\text{m/s}$ 를 나타내었으며, 우수한 기록을 보인 S2는 투사높이는 가장 크게 나타났으나, 투사속도는 다른 선수에 비해 작은 것으로 나타났다. 또한 릴리즈시의 전경각에서 S2는 85도로 적절한 자세를 취하고 있으나, S1은 72.4도로 너무 자세를 낮추어 창의 릴리즈 속도 증가를 방해하는 것으로 사료되며, 투사순간의 신체 분절속도에서 S2의 경우 타선수에 비해 신체중심과 상완, 전완의 속도가 빠르게 나타났으나, S1과 S3는 투사속도와 직접관련이 있는 전완의 속도를 좀더 증가시켜야 할 것으로 사료되며, 동작 수행시간에서 S2는 0.30초로 다른 선수에 비해 소요시간이 가장 빠르게 나타나 있고, 전체적으로 투사구간의 소요시간이 짧을수록 투사거리가 증가하는 것으로 나타났다. S1과 S3는 투사시간을 단축하여야 할 것으로 사료된다. 이상의 결론에 의하면, 앞으로 투창 동작시 선수 및 지도자들은 크로스 오버하여 지지발을 축으로 하여 투창이 투사될 때까지 적절한 상체각도, 고관절각도, 무릎각도 유지 및 투사시 창의 투사각도와 투사높이, 투사속도를 적절히 조절하는데 초점을 두어야 할 것으로 사료된다.

주제어 : 투사속도, 투사높이, 투사각도, 국면별 소요시간

이 논문은 서울산업대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

2002년 11월 1일(금) 접수

* Corresponding author, 교수, 139-743 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울산업대학교 인문사회자연대학 사회체육학과

연락처 : leejh36@snut.ac.kr

I. 서 론

창던지기는 고대 올림픽경기에서부터 채택되어온 육상경기종목의 하나로 근대에 와서 복구와 형가리, 독일 등지에서 발달되었으며, 너비4m, 주로35m의 구역에서 도움닫기에 의해 발생한 힘과 스텝을 이용하여 창을 던져 수평방향으로 최대거리를 얻도록 하는 투사체 경기이다. 일반적인 투창던지기의 자세는 엄지손가락과 집게손가락으로 손잡이 끝을 쥐고 다른 세 손가락은 모아서 손잡이를 잡으며, 창을 어깨위로 들어올린 다음 약 30m의 도움닫기를 한 후, 홉 스텝이나, 크로스 스텝을 이용하여 허리를 회전시키면서 상체를 뒤로 젖히고, 그 반동을 이용하여 머리 위에서 창을 투구하는 오버암(overarm)던지기의 일종이다(이종훈외, 2000). 투창 경기에서의 전달 메카니즘은 투창의 릴리즈 직전에 인체중심보다 앞에 지지발을 내디디면서 착지하면, 지지발의 고관절이 브레이크 역할을 하면서 속도가 줄어드는 반면, 그 반대편 고관절은 가속이 된다. 이와 같이 한쪽은 감속되고 반대쪽은 가속되는 현상이 생기면 왼쪽 고관절을 중심으로 회전운동을 하게 되며, 이와 같은 회전운동은 고관절에서 상체, 어깨, 팔꿈치, 손으로 차례로 전달되게 된다. 그리고 이와 같은 회전운동은 고관절이나 몸통과 같은 수직축을 중심으로 해서 일어나기도 하지만 지지발이나 고관절의 수평축을 중심으로 해서 움직인다. 이런 회전운동은 선수로 하여금 창을 던지는 방향으로 회전을 하게 하여 회전방향으로 힘을 가할 수 있게된다.

창던지기 기록에 영향을 미치는 요인으로는 창의 투사속도, 투사높이, 투사각도, 그리고 비행에 영향을 주는 기체 역학적인 요인들이 있는데, 투사속도는 도움닫기의 스피드와 힘을 창에 작용하는 점진적인 속도와 가속도, 그리고 팔의 가속도에 의해 결정된다. 투사높이는 지레 역할을 하는 신장과 팔의 길이에 의해 결정되는데 높은 위치에서 적절한 각도로 투사될 때 최대의 수평거리를 얻을 수 있다. 이외에도 투사체인 창의 회전과 창에 미치는 공기저항 등은 수평거리와 궤적에 영향을 준다(양동영외, 2002). 이에 투사체 운동에 관심을 지니고 있는 많은 학자들은 이러한 수평거리를 극대화하여 경기력을 향상시키는데 많은 관심을 지녀오고 있다. 창던지기에 관련된 그 동안의 선행연구들은 최대수평거리를 얻기 위한 인체동작의 운동학적 요인들에 많은 관심을 보여왔다. 창의 발달과 더불어 투창경기에 대한 선행연구도 많이 진행되어 왔는데, Hay(1978)가 투창운동의 최대 수평거리에 영향을 미치는 요인에 대하여 연구한 이후 Teraud(1978), Miller & Munro(1983), Komi & Mero(1985), Gregor & Pink(1985), Enoka(1994), Best et al (1993), Calvin et al(1995), Morriss et al (1996) 등의 연구가 있으며, 우리 나라에서는 신성휴(1983), 진성태(1984), 최규정의(1986), 이종훈(2000), 윤희중 등(2000), 백진호 등(2001), 양동영 등(2002)이 있는데, 이들 대부분은 투창던지기 자세에 대한 운동학적 분석이 있을 뿐 투사각도, 투사속도, 투사높이, 신체 각도 등 투창의 기록에 영향을 주는 요인에 대한 세부적인 연구는 극히 미약한 실정이다. 특히 투척종목은 육상의 다른 트랙종목에 비해 선수의 저변확대 부족, 기술적인 문제, 지도자의 육성 등으로 인하여 기록과 경기력이 많이 뒤져있는 분야로 선수들의 운동능력 향상과 기술개발을 위해서는 지속적인면서 과학적인 선수들의 동작분석이 요구되는 종목이다.

이에 본 연구는 여자투창 던지기 동작시 선수들의 움직임에 정량적으로 분석하여 이를 토대로 경기기록을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하는데 그 목적을 두었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 2002년 6월 의정부에서 개최된 제65회 전국육상경기 선수권대회 및 2002년 아시안 게임 2차 선발전경기의 일반부 여자 창던지기 결승경기에서 기록우수 선수 3명을 대상으로 하였으며, 이들의 개인적 특성은 <표1>과 같다.

표1. 피험자의 특성

	신장(cm)	체중(kg)	경력(yr)	나이(yr)	기록(m)
S ₁	168	63	12	25	56.64
S ₂	165	61	11	24	56.72
S ₃	167	61	9	24	54.16

2. 실험장비

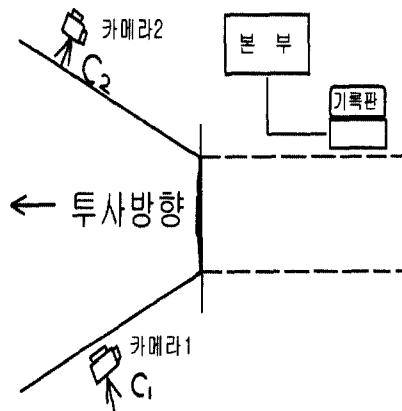
운동학적 분석을 위한 장비는 촬영 장비, 영상분석 장비 및 자료처리 장비 등이며, 이들의 구체적 사양은 <표2>와 같다.

표2. 실험장비

구분	명칭	모델명	제조회사
촬영 장비	S-VHS 카메라 2대	WV-D5100	Panasonic
	통제점 막대		V-TEK
	시각코드 발생기	SR-50	Horita
	비디오 레코더	AG-7400 VCR	Panasonic
	S-VHS비디오테이프	PX120 HI Visual	Kodak
영상분석 및 자료처리 장비	컴퓨터 시스템		Pentium
	비디오 분석프로그램	KWON3D Version 2.1	V-TEK
	모니터	PVM-1942Q	Sony
	S-VHS VCR	AG-7350	Panasonic

3. 실험절차

본 실험은 실제경기 장면을 촬영하였다. 3차원 좌표를 설정하기 위하여 통제점이 표시된 직사각형 통제점 틀을 창던지기 동작 중 오른발착지와, 왼발착지 및 투사동작이 모두 포함될 수 있는 범위에 설치하고, 2대의 비디오카메라는 3차원 분석을 하기에 가장 유리한 위치에 <그림1>과 같이 설치하였다. 촬영은 선수들이 차례로 위밍업을 실시한 다음 실제경기가 진행되었을 때부터 경기가 끝나는 시점까지 촬영을 하였으며, 카메라 속도는 60field/s로 하였고, 분석대상은 6회 시기중 가장 기록이 우수한 동작을 선정하여 분석하였다. 본 연구에서 설정한 기본 좌표계는 투사방향을 Y축, 좌우방향을 X축, 상하방향을 Z축으로 정하였다.



<그림1> 실험장비의 배치

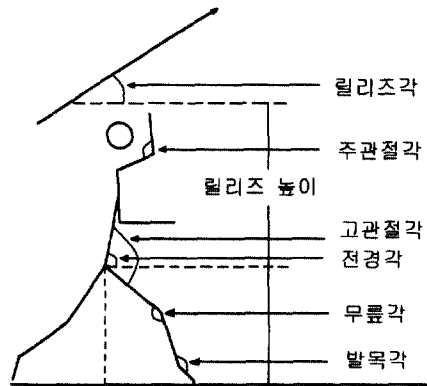
4. 자료처리 및 분석절차

자료처리는 먼저 통제점들에 표시되어 있는 30개의 통제점을 6회 반복하여 좌표화 하였으며, 인체 관절 중심점의 좌표화는 인체를 총16개의 강체분절이 연결된 시스템으로 정의하고 1개의 점으로 이루어진 창 등, 총 20개의 점을 직접 좌표화 하였다. 본 연구의 각 분절 및 전신의 무게중심 위치 산출은 Plagenhoef et al(1983)의 자료를 이용하였다. 또한 디지털이징으로 얻은 2차원 좌표값을 3차원 공간좌표로 변환하기 위하여 Abdel-Aziz & Karara(1971)이 개발한 DLT(direct linear transformation) 방법을 이용하였다. 자료 처리는 KWOND 2.1프로그램(Kwon, 1994)을 사용하였으며, 디지털이징 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 Butterworth 저역필터(low pass filter)를 사용하여 원자료를 필터링 하였다. 이때 차단주파수(Cut-off frequency)는 8.0Hz로 설정하여 실시하였다.

분석범위는 크로스 스텝(cross-step)이 끝나고 마지막 발(오른발)이 지면에 지지하는 순간부터, 반대 발(왼발)이 지면에 지지하여, 창이 릴리즈되는 시점까지를 분석하였다.

5. 분석내용

1. 시간요인 : 국면별 소요시간
 - 1) 힘발(오른발)착지 시작
 - 2) 지지발(왼발)착지 시작
 - 3) 릴리즈시작
2. 각도요인 : 창의 각도, 전경각, 주관절각, 고관절각, 왼쪽 무릎각, 발목각
3. 속도요인 : 투사시 창의 속도, 신체중심, 몸통, 전완, 상완
4. 변위요인 : 신체중심의 수직변위, 신체 중심의 수평변위



<그림2> 각도의정의

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 투사요인

투척경기 동작은 도움닫기를 하여 질주해오는 동작, 움추림동작(withdrawl), 크로스 스텝동작, 그리고 릴리즈동작으로 구분할 수 있는데 경기기록에 가장 많은 영향을 주는 부분은 크로스 스텝의

마지막 단계에서 크로스 오버하여 힘발(오른발)이 지면에 착지는 순간부터 지지발(왼발)을 착지하고 난 다음, 창을 릴리즈 하는 동작까지이다(이종훈, 2000).

표3. 투사시 창의 각도(deg), 속도(m/s), 높이(%)

대상자	투사각도	투사속도	투사높이
S ₁	41.7	19.5	84
S ₂	36.0	16.2	89
S ₃	38.6	11.1	81
M	38.7	15.6	84
SD	1.9	3.4	3.3

투사요인으로는 투사거리에 직접적으로 영향을 미치는 요인인 투사각도, 투사높이, 투사속도와 비행에 영향을 미치는 기체역학적인 요인이 있으며(백진호외, 2001), <표3>에 여자창던지기 경기시 1위에서 3위까지의 투사요인에 대한 결과를 나타내었으며, 투사높이는 선수의 신장에 대한 투사높이의 비를 구하였다.

<표3>에 의하면, 투사각도는 38.7 ± 1.9 도, 투사속도는 15.6 ± 3.4 m/s, 그리고 대상자의 투사높이 비율은 평균 $84.6 \pm 3.3\%$ 의 결과를 보였다. 창던지기의 역학적 각도에서 선수나 지도자가 릴리즈 순간의 각도를 정확하게 조정하는 것은 쉬운 일이 아니다. Hay(1985)에 의하면, 창던지기에서 최대한의 투사거리를 얻기 위해서는 최적 투사각도가 42도 이하에서 나타나야 한다고 하였으며, Gregor(1985)는 41도라고 주장하였으며, 양동영 등(2002)은 여자우수선수의 경우 평균 37.2 ± 4.8 도를, 이종훈(2000)은 숙련자의 경우 37~41도, 비숙련자는 42~45도의 각도를 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서는 기록이 가장 좋은 S₂가 36.0도 였으며 S₁과 S₃는 각각 41.7도와 38.6도를 나타내었다. 따라서, S₁의 경우 경기력을 향상시키기 위해서는 투사각도를 좀 더 낮추어서 릴리즈를 시도해보는 것이 좋을 것으로 사료된다. 투사속도의 경우 Best(1993)는 상위랭크의 외국선수들을 대상으로 한 선행연구에서 21~24m/s의 속도를 보이는 것으로 보고하였으며, 이종훈(2000)의 보고에 의하면 23.4m/s, 최규정(1986)은 여자우수선수의 경우 20.5m/s라고 하였으며, 양동영 등(2002)은 남자 우수선수의 경우 24.0m/s로 보고 했으며, Komi와 Mero(1985)는 LA올림픽 투창경기 결승에 참가한 남자선수 5명의 절대속도는 평균 27.36m/s이며, 특히 금메달리스트의 경우 릴리즈시 절대속도는 29.12m/s라고 했으며, Gregor(1985)의 연구에 의하면 세계적인 선수였던 톰 페트라노프가 99.7m의 기록을 달성할 때의 속도는 32.3m/s의 경이적인 속도를 나타내었다.

본 연구에서는 3명의 대상자 모두 20m/s미만의 속도를 보이고 있으며, 특히 기록이 가장 우수한 S₂의 경우 16.2m/s로 나타나 릴리즈시 투사속도를 높이기 위한 훈련을 보강해야 할 것으로 사료된

다. 대상자의 투사높이를 신장비로 나타내기 위해 투사높이를 신장으로 나눈 값은 S_2 가 89%로 가장 높게 나타났다. S_3 은 81%로 이중 가장 작은 값을 보이고 있어 투사시 손해를 보고 있으며 투사 속도가 느리고 투사거리가 짧은 것으로 나타나 투사높이를 증가시켜야 할 것으로 사료된다.

2. 각도요인

본 연구에서는 창이 손으로부터 릴리즈되는 순간의 전경각, 고관절각, 주관절각, 발목각, 무릎관절각, 발목각을 구하였으며, 전경각은 지면의 수평면과 몸통이 이루는 각도를 시상면에서 측정된 값을 구하였으며, 고관절각은 몸통과 지지발(왼발)의 대퇴가 이루는 사이각을 구하였으며, 주관절각은 창을 던지는 팔의 전완과 상완이 이루는 사이각도를, 그리고 무릎관절각은 지지발의 대퇴와 하퇴가 이루는 각도를, 발목각은 지지발의 하퇴와 발이 이루는 사이각을 구하였으며, 이에대한 각도는 <표4>에 나타나있다.

표4. 투사시각도(deg.)

	전경각	고관절각	주관절각	무릎관절각	발목각
S_1	72.4	139.2	109.8	170.9	138.9
S_2	85.1	132.4	129.8	166.0	145.0
S_3	76.1	138.9	114.1	169.3	139.6
M	77.8	136.8	117.9	168.7	141.1
SD	5.3	3.1	8.5	2.0	2.7

<표4>에 나타난 바와 같이 투사시 전경각은 평균 77.8 ± 5.3 도, 고관절각은 136.8 ± 3.1 도, 주관절각은 117.9 ± 8.5 도, 무릎관절각은 168.7 ± 2.0 도, 그리고 발목각은 141.1 ± 2.7 도로 나타났다. 전경각에서 윤희중 등(2000)의 보고에 의하면 여자 창던지기선수의 전경각은 73.7 ± 7.29 도라고 하였으며, 이종훈(2001)은 82.0 ± 8.1 도, 백진호 등(2001)은 67.4 ± 8.5 라고 주장하였으며 남자선수의 경우 최규정(1986)은 릴리즈시 전경각도가 80~90도를 이종훈(2000)은 85.0 ± 5.9 도를 유지한다고 주장하였다. 본 연구 대상자의 경우 가장 기록이 우수한 S_2 의 경우 전경각도가 선행연구자들이 주장한 값에 근접한 85.1도를 보여 주었으며, S_1 은 72.4도로 상체를 너무 앞으로 숙인 상태에서 투사를 하는 것을 알 수가 있다. 창을 던지는 순간의 신체는 지지발을 축으로 전방을 향하여 회전을 하게 되며 던지는 팔은 어깨를 중심으로 전방으로 회전을 하게 된다. 창에 대한 힘의 전달과정은 몸통, 견관절, 상완, 전완, 손목, 그리고 창의 순서이기 때문에 효율적인 동작을 수행하기 위해서는 창을 던지는 순간 몸통회전에 의해 전달된 힘이 오른쪽 어깨와 오른쪽 팔꿈치로 창을 이끌면서 던지기를 실시하게 되는데, 창에

보다 많은 힘을 가하여 속도를 높여 주기 위해서는 창의 진행방향에 맞추어 몸통을 약간 앞으로 기울여야 할 것으로 사료된다.

이종훈(2001)은 크로스 오버가 된 다음 릴리즈하기 전에 지지발을 신체중심보다 앞에 착지함으로써 왼쪽 고관절의 선속도를 줄이며, 오른쪽 고관절의 속도를 가속시켜 창의 속도를 증가시키는데 중요한 역할을 한다고 하였다. Attig(1973)의 보고에 의하면, 왼쪽 고관절의 감속과 오른쪽 고관절의 가속은 아주 밀접한 관계가 있다고 하였으며, 왼쪽 고관절의 감속에 영향을 주는 중요 요소로는 왼쪽 고관절의 각도와 지지발이 착지하는 동안 무릎관절을 구부리는 정도라고 하였다. 최규정(1986)은 120도라고 보고하였으며, 본 연구에서 S_1 와 S_2 와 S_3 에 비해 고관절각이 크게 나타났는데, 이는 릴리즈하기 위해 지지발을 선수의 신체중심점보다 앞으로 내디디게 되는데 이때 앞으로 멀리 착지할수록 보폭과 고관절각이 커지는 것으로 사료된다. 주관절각도에서 양동영 등(2002)은 146.76 ± 14.4 도를, 백진호 등(2001)은 135.5 ± 12.3 도, 윤희중 등(2000)은 114.3 ± 9.61 도를 나타냈는데, 본 연구에서는 117.9 ± 8.5 도로 앞의 선행연구결과보다 적게 나타났다. 우수한 기록을 보인 S_2 는 129.8도로 S_1 과 S_3 의 109.8도와 114.1도에 비하여 주관절각이 크게 나타났다. 투사시 창의 최대속도를 내기 위해서는 주관절이 최대로 신전된 상태에서 동작이 수행되어야 하나 본 연구의 선수들은 팔꿈치가 완전히 펴지기 이전에 투사가 진행되고 있어 창에 힘을 가하는 시간과 창의 가속거리가 짧아지는 경향을 보이며 투사시 팔꿈치관절의 각도가 좀더 신전된 상태에서 투사가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 도움닫기 하여 질주해 오는 수평속도를 효과적으로 이용하기 위해서는 지지발로 지면을 착지할 때 얻는 지면반력을 최대한 이용하여야 하는데, 이는 지지발이 내디디면서 브레이크 역할을 하면서 지면과의 반작용을 최대한으로 이용하게 되며, 상체가 이 지지발을 중심으로 전방으로 회전하여 편심력을 발생시키므로 상체와 창은 전방으로 더욱 가속하게 된다. 그러므로 착지순간의 이상적인 무릎각은 180도이나, 운동상해 때문에 이와 같이 하는 것은 불가능하며, 착지시 무릎을 구부림으로써 고관절에 완충역할을 하게 되어 왼쪽고관절의 감속을 적게 한다. 최규정(1986)은 투사시 무릎각을 160.4도로 보고하였으며, 이종훈(2001)은 143.0도, 양동영 등(2002)은 160.87로 보고하였으며, 1996년 세계선수권대회의 우승자인 독일의 Nerius는 153도를 나타내었다. 본 연구의 대상자들은 평균 168.7 ± 2.0 도로 선행연구결과에 비해 각도가 크게 나타났는데, 투사시 무릎각을 적게 해야 할 것으로 사료된다. 발목각은 S_2 가 145.0도로 S_1 과 S_3 의 138.9도와 139.6도에 비하여 적게 나타났는데, 이는 릴리즈순간에 발목을 좀더 신전시킨 상태에서 동작을 수행하는 것으로 효과적이라 사료된다.

3. 속도요인

<표5>는 릴리즈시 신체중심, 상완, 전완의 속도를 나타낸 것이다.

표5. 투사순간의 신체분절속도(m/s)

	신체중심	몸통	상완	전완
S ₁	2.1	2.0	6.2	6.1
S ₂	2.6	2.4	6.6	14.0
S ₃	2.2	2.2	5.4	10.2
M	2.3	2.2	6.0	10.1
SD	0.2	0.2	0.5	3.2

<표4>의 결과에 의하면, 투사순간의 신체중심의 속도는 평균 $2.3 \pm 0.2\text{m/s}$, 상완과 전완은 각각 $6.0 \pm 0.5\text{m/s}$ 와 $10.1 \pm 3.2\text{m/s}$ 의 결과를 보였다. 투사시 상지분절의 속도가 근위분절보다는 원위분절에서 보다 빠르게 나타났는데, 이는 지지발을 기준축으로 하여 하지로부터 몸통에서 어깨관절을 거쳐 상완에서 전완으로 속도가 전이가 이루어지고 있는 것으로 사료된다. Mero(1994)의 연구결과 의하면 상완이 7.5m/s, 전완이 13.6m/s, 손이 18.4m/s를 보였고, 양동영 등(2002)은 몸통의 속도가 2.4m/s, 상완과 전완은 각각 9.2m/s, 16.3m/s를 나타냈으며, 백진호 등(2001)은 상완과 전완의 속도가 4.9m/s, 9.9m/s, 손은 16.6m/s라고 보고하였는데 본 연구 결과와 비교해 보았을 때 선행연구들에 비해 속도가 느리게 나타났다. 기록이 우수한 S₂의 경우 타 선수에 비하여 신체중심과 상완, 전완의 속도가 빠르게 나타났으며, 특히 창의 투사 속도와 직접적인 관련이 있는 전완의 속도가 큰 차이를 보였다. 속도의 전이가 원위분절로 이어지면서 속도가 증가하기 때문에 몸통과 상완에서 속도를 증가시킨다면 전완의 속도가 빨라져 경기력 향상에 도움을 줄 것으로 생각된다.

4. 시간요인

시간요인은 오른발(힉발)이 지면에 착지하는 순간부터 릴리즈까지 국면별로 분석하였으며, 제1국면은 크로스 스텝(cross-step)이 끝나는 지점의 힉발이 착지하여 투사직전의 왼발이 지면에 착지하는 순간까지, 제2국면은 왼발 착지후 창이 투사되는 순간까지의 소요시간을 구하였으며, <표6>에 그 결과를 나타냈다.

표6. 각 국면별 소요시간(sec)

	제1국면	제2국면	전체시간
S ₁	0.17	0.16	0.33
S ₂	0.15	0.15	0.30
S ₃	0.18	0.15	0.33
M	0.17	0.15	0.32
SD	0.01	0	0.01

각 국면별 소요시간을 보면 제1국면은 $0.17 \pm 0.01 \text{sec}$ 의 시간을 보였으며, 제2국면은 $0.15 \pm 0 \text{sec}$ 를 나타내 총 $0.32 \pm 0.01 \text{sec}$ 의 소요시간을 보였다. 제1국면에 비해 제2국면이 소요시간이 짧은 것으로 나타났다. 백진호 등(2001)은 제1국면과 제2국면의 소요시간을 0.20초와 0.13초로 보고하였으며, 윤희중 등(2000)의 연구에 의하면, 0.20초와 0.14초가 소요되었으며, 총 소요시간은 0.33초라고 보고하였다. 또한 양동영 등(2002)은 0.21초와 0.09초, 총 소요시간은 0.31초로 보고하였고, 남자선수의 경우, 이종훈 등(2000)은 릴리즈단계에서 0.09초, Komi와 Munro(1985)는 0.12초, Miller(1983)는 0.14초라고 보고하였는데 이는 남자선수가 여자선수에 비해 짧은 소요시간을 보이는 것으로 나타났는데, 이는 투사국면의 소요시간이 짧을수록 순간적인 힘을 발휘하여 투사거리가 증가하는 것으로 사료된다. 본 연구에서 S_1 과 S_2 는 0.17초와 0.18초로 길게 나타나 이 단계에서 소요시간을 단축하는 것이 경기력을 향상시키는데 도움이 될 것으로 생각된다.

5. 거리요인

거리요인은 투사국면에서의 보폭과 신체중심의 위치변화로, 신체중심의 위치변화는 각 Event별로 높이변화와 수평이동변위를 구하였으며, 그 결과는 <표7>에 나타나있다.

표7. 신체중심의 변위(cm)

	신체중심의 높이변위			신체중심의 수평변위		
	힙발착지	지지발착지	투사시	힙발착지	지지발착지	투사시
S_1	95.0	85.8	113.5	464.3	541.3	604.5
S_2	89.4	73.7	73.9	521.5	613.0	655.6
S_3	96.3	85.8	90.6	483.6	553.3	616.7
M	93.5	81.7	92.6	489.8	569.2	625.6
SD	4.0	4.1	16.2	23.4	31.3	21.7

<표7>에 의하면 신체중심의 높이변화는 힙발 착지시는 $93.5 \pm 4.0 \text{cm}$ 를, 지지발 착지시에는 $81.7 \pm 4.1 \text{cm}$, 투사시에는 $92.6 \pm 16.2 \text{cm}$ 의 높이에서 동작이 수행되었는데, 힙발이 착지한 후에 지지발의 이용하여 지면반력과 하지분절의 굴곡과 신전을 최대한 이용하기 위해 지지발이 지면에 착지하는 순간에 낮은 신체중심의 자세를 취하고, 릴리즈 순간으로 접어들면서 신체중심의 높이가 약 11cm정도 상방향으로 위치해 투사높이를 크게 하려는 것으로 몸통이 전면을 향하여 상체를 수직으로 세우고 릴리즈동작이 이루어져야 상지분절의 속도를 증가시킬 수 있기 때문으로 사료된다. Anti Mero(1994)의 연구에 의하면 최종발이 지면에 착지하는 순간 신체중심이 가장 낮은 84cm의 높이를 보이다가 투사시에는 90cm로 6cm정도 신체중심이 높아지는 것으로 보고하였다. 윤희중 등(2000)은 힙발 착지

시 $88.8 \pm 4.2\text{cm}$, 지지발 착지시 $78.0\text{cm} \pm 4.2\text{cm}$, 릴리즈시는 $81.8 \pm 4.0\text{cm}$ 로 보고하였다. 신체중심의 수평변위는 힘발 착지시 $489.8 \pm 23.4\text{cm}$, 지지발 착지시 $569.2\text{cm} \pm 31.3\text{cm}$, 릴리즈시는 $625.6 \pm 21.7\text{cm}$ 로 나타나 투사 단계인 릴리즈시의 변위차가 지지발 착지시의 변위 차이보다 적게 나타난 것은 릴리즈시 두 발이 지면에 지지되어 투사되는 동작이므로 상체가 전방으로 크게 이동하지 못한 것으로 사료된다. 본 연구에서 기록이 가장 우수한 S₂의 경우 힘발 착지시와 지지발 착지시의 수평변위의 차이는 92cm로 S₁과 S₃의 77cm, 80cm에 비하여 크게 나타났으나, 지지발과 투사시의 변위차이가 다른 선수에 비해 적게 나타나 좀더 상체를 전방으로 전진시켜야 할 것으로 생각되며, 이는 신체중심의 이동변위가 크게 되면 마지막까지 창을 끝까지 밀어 줄 수 있어 투사속도를 빠르게 할 수 있을 것으로 보여진다(김순윤, 1993; 이종훈, 2000).

IV. 결 론

투창동작시 투창의 투사속도, 투사높이, 투사각도, 공기의 저항 등은 창의 수평거리와 궤적 등에 영향을 미치는 주요 요인으로, 본 연구에서는 투창의 던지기 동작시 선수들의 움직임을 정량적으로 분석하여 선수지도에 기초자료를 제공하고자 하는데 그 목적을 두었다. 이를 위해 제65회 전국육상경기 선수권대회 및 2002년 아시안게임 선발전경기의 상위 입상자 3명을 대상으로 힘발이 지면에 착지하는 순간부터 지지발이 지면에 착지하는 순간과 창의 손으로부터 릴리즈 되는 순간까지를 3차원 분석을 통하여 운동학적 변인을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 선수들은 창을 뒤로 젖히고 크로스 스텝하는 동안 수평속도가 떨어지지 않도록 해야 할 것으로 사료되며, 릴리즈시 투사요인의 투사높이는 평균 $84 \pm 3.3\%$, 투사각도는 평균 38.7 ± 1.9 도를 투사속도는 $15.6 \pm 3.4\text{m/s}$ 를 나타내었으며, 우수한 기록을 보인 S₂는 투사높이는 가장 크게 나타났으나, 투사속도는 다른 선수에 비해 작은 것으로 나타났다. 또한 릴리즈시의 전경각에서 S₂는 85도로 적절한 자세를 취하고 있으나, S₁은 72.4도로 너무 자세를 낮추어 창의 릴리즈 속도 증가를 방해하는 것으로 사료되며, 투사순간의 신체분절속도에서 S₂의 경우 타선수에 비해 신체중심과 상완, 전완의 속도가 빠르게 나타났으나, S₁과 S₃는 투사속도와 직접관련이 있는 전완의 속도를 좀더 증가시켜야 할 것으로 사료되며, 동작 수행시간에서 S₂는 0.30초로 다른 선수에 비해 소요시간이 가장 빠르게 나타나 있고, 전체적으로 투사구간의 소요시간이 짧을수록 투사거리가 증가하는 것으로 나타났다. S₁과 S₃는 투사시간을 단축하여야 할 것으로 사료된다. 이상의 결론에 의하면, 앞으로 투창 동작시 선수 및 지도자들은 크로스 오버하여 지지발을 축으로 하여 투창이 투사될 때까지 적절한 상체각도, 고관절각도, 무릎각도 유지 및 투사시 창의 투사각도와 투사높이, 투사속도를 적절히 조절하는데 초점을 두어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 권영후 (1994). KWON3D motion analysis package version 2.1.
- 김순윤 (1993). 창던지기 상지의 운동학적 분석에 관한 연구. 명지대학교 대학원 석사학위논문.
- 김영운(1992). 창던지기 동작의 운동역학적 분석. 국민대학교 대학원 석사학위논문.
- 박찬희외 2인 (1995).육상경기지도서. 세종출판사.
- 백진호외 1인 (2001). 여자 창던지기 경기시 투사구간의 운동학적특성. 한국체육학회지. 40(2), pp.85~86.
- 서학용 (1989). 투창에서 도움닫기 거리가 투척동작과 투척거리에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
- 신성휴(1983). 창던지기의 운동학적 분석. 스포츠 과학 연구보고서 Vol. 20, No. 1 pp.163~170.
- 양동영, 조필환, 정남주(2002). 남자 창던지기 경기의 투사구간에 대한 운동학적 분석. 한국체육학회지. 41(3), pp.565~572.
- 윤희중, 홍순모, 김태삼(2000). 여자 창던지기 선수들의 운동학적 분석. 제38회 한국체육학회 학술발표회. pp.798~811.
- 이종훈외 2인.(2000). 창던지기의 운동학적 분석. 한국체육학회지 제39권, 제4호.
- 이종훈(2001). 여자 창던지기 동작의 Kinematic적 요인분석. 한국학교체육학회. 제11권 1호.
- 진성태(1984). 던지기동작에 각 신체분절의 역할, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 최규정의 5인. (1986). 국가대표 투창선수의 경기력 향상을 위한 생체 역학적 고찰. 대한 체육회 스포츠 과학 연구소.
- Attig.(1973). Converting Approach Velocity into Throwin Velocity-Javlin. Track & Field Quarterly Review, Vol 81:1 Best, RJ., Bartlett RM, Morriss CJ. A three-dimensional analysis of javelin throwing technique. J Sp rt Sci 1993; 11: pp.315~28
- Cooper, L., Dalzell, D. & Silverman, E.(1959). Flight of Discus. Division of Engineering Science, Purdue University.
- Gregor, R. J, & Pink M.(1985). Biomechanical analysis of a world record javelin throw: A case study. International Journal Of Sport Biomechanics,1: pp.73~77.
- Hay, J. G.(1978). The biomechanics of sport techniques(2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ikegami, Y., Miura, M., Matsui, H.& Hashimoto. I. (1981), Biomechanical analysis of the javelin throw. Biomechanicas VII-B, pp.71~276.
- Juris Terauds, (1978). Computerized biomechanical analysis of selected javelin throwers at the 1976.

- Komi, P. V. and Mero A. (1985) Biomechanical analysis of olympic the javelin throwers, International Jr. of Sports biomechanics Vol. 1, No. 2, pp.139~150.
- McCloy, R. W., Gregor, R.J. Whiting, W.C., Rich, R. G. & Ward, P.E.(1984). Kinematic analysis of elite shotputters. Track & Technique.
- Mero, A., Komi, P.V., Kotjus, T., Navarro, E., & Gregor, R.G.(1994). Body segment contributions to javelin throwing during final thrust phase. journal of applied biomechanics10, pp.166~179
- Miller, D. I. & Munro, C.F. (1983). Javelin position and velocity patterns during final foot plant preceding release. Journal of Human Movement Studies, 9: pp.1~20.

ABSTRACT

Kinematical Analysis of Woman Javelin Throwing

Jong-Hoon Lee

The purpose of the study was to provide the fundamental data to instruct athletes through the analysis athletes' movement in javelin. Three athletes in the level of national representative were participated in this study. The study analyzed kinematic variables(lead foot and releasing javelin) through 3-D analysis and obtained the following results.

1. During withdrawal, it is important to maintain of running horizontal velocity.
2. It was showed that throng average height was $84 \pm 3.3\%$ and javelin adequate degree, Among the athletes, S_2 who had the best record was released the javelin with the fast velocity, but throw the javelin with the less releasing velocity.
3. S_2 released after lead foot were completely landed and therefore it is no problem in a kinematic aspect. However, S_1 angle was too small. it caused increase of release velocity to be prevented.
4. S_2 showing the best result indicated shorter in duration time. Generally, the shorter duration time in release phase showed the longer release distance. Especially S_1 and S_3 showing the worse result indicated the longer duration time in preparatory phase, causing the breakup of force. Therefore to improve the record, it should be decreased the duration time in preparatory phase.
5. Compard with S_1 and S_3 , S_2 showing the best record indicated the higher velocity in center of mass, trunk, upper arm, lower arm and hand That is the higher velocity of upper arm at release leaded the better velocity transfer from upper arm to following lower arm and

Received in final form 1 November 2002

* Corresponding author, Professor, Seoul National University of Technology 172 gongreung 2-dong, Nowon-gu 139-743 Seoul, Korea
E-mail : leejh36@snut.ac.kr

hand, these action should be considered to be helpful of better record.

According to the above conclusion, when the athletic leaders catch athletes, they should focus on maintaining knee angle, upper body and hip angle in a previous stage of release and throwing angle, throwing height, throwing velocity in a release stage.

key words : Javelin Throwing, Kinematical Analysis, velocity, height, angle