

## 창던지기 남자 국가대표 중점지원 선수의 기술동작 분석

이순호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국민체육진흥공단 체육과학연구원 스포츠과학/산업연구실

### The Kinematical Analysis of Supported Athlete's Technical Motion in Javelin Throw

Soon-Ho Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Sports Science & Engineering, Korea Institute of Sport Science, Seoul, Korea

Received 18 February 2013; Received in revised form 05 March 2013; Accepted 05 March 2013

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to provide information on athletes' characteristics and advantages and disadvantages by analyzing the kinematic factors having a decisive influence on competitive abilities such as release conditions in the delivery phase on major Korean javelin athletes. Two supported javelin throwers of the Korean national team participated in this study. The total average time required of the delivery phase was 0.31(±0.016). The athletes' release angle was 33.2 to 41.7 degrees. The attack angle varied widely from -3.5 to 5.9 degrees. The Javelin heights of Subject A and B were 95.9 and 89.2%Ht. The average stride length were 180.6 and 176.7cm. The center of mass velocity of LFD and REL was relatively low in all the subjects. The average deceleration rates of center of mass velocity of Subject A and B were 57.2 and 48.9%lose. The left knee angles of Subject A and B were 160.1 and 155.5 degrees in LFD, 153.0 and 164.0 degrees in REL. The joint velocity of upper limb segments was relatively low in all the subjects. The maximum average wrist velocity of Subject A and B was 18.2 and 16.3 m/s in REL.

*Keywords* : Javelin, Kinematical analysis, Release conditions

## I. 서 론

우리나라 창던지기 종목의 최고 기록은 83.99 m(박재명, 2004 뉴질랜드육상선수권대회)이고, 세계랭킹 107위 수준에 있다. 지난 2011대구육상선수권대회에서 창던지기 종목은 Matthias Zordo(GER)가 86.27 m로서 1위를 하였으며, 세계기록은 Jan JELEZNY(CZE)가 1996년에 세운 98.48 m가 아직까지 유지되고 있다. 창던지기 종목은 독일, 체코 등 유럽에서 강세를 보이고 있으며, 아시아 지역에서는 아직까지 미비한 수준이다.

육상 전략 지원 대상 중 하나인 창던지기 종목은 2009년도 이후 국가대표 남녀 주요 선수 3~4명을 선정하여 기

술동작분석 지원이의 전문체력 및 심리 훈련들이 중점적으로 이루어졌다. 주요 기술동작 분석 지원은 국제육상대회 및 전국 규모 선수권대회를 대상으로 하여 영상촬영에 의한 운동학적 요인을 분석하여 기술훈련의 기초자료로 제공되었다. 기술동작의 주요 분석 요인은 릴리버리 구간에서의 릴리즈 조건과 신체중심의 속도 및 감속율(%lose), 자세요인 등이다(Lee, Choi, Moon, Song & Ryu, 2009). Lee et al.(2009)의 연구에서 주요 문제로 지적되었던 기술적 측면은 안정된 기본 기술의 일관성이 크게 부족하였던 점이다. 특히 크로스 스텝 이후 왼발착지의 블로킹(blocking)의 타이밍과 리듬이 일관성이 부족하였고, 이로 인해 허리 토크에 의한 상체의 회전이 안정되지 못하였던 점들이었다.

창던지기의 결정적인 경기력의 요인은 릴리즈 동작의 창의 속도와 각도 등(Mero, Komi, Kotius, Navarro & Gregor, 1994; Bartlett, Muller, Raschner, Lindinger & Jordan,

1995; Lee et al., 2009, 2010)을 들 수 있고, 릴리즈 기술을 결정하는 기술은 크로스 스텝 이후의 착지 동작이다. 크로스 스텝 이후 왼발의 착지는 순간적인 제동력(breaking force)에 의한 허리 토크를 유발 시키는 기술이다. 대부분의 기록이 저조한 창던지기 선수들의 공통적인 문제점은 크로스 스텝 이후 왼발 착지 동작과 릴리즈 순간 동작에서 리듬과 타이밍을 맞추지 못하는 점에 있으며, 이러한 기술은 크로스 스텝 이후 왼발 착지의 블로킹(blocking) 자세와 타이밍(timing)에 있다(Lee et al., 2009, 2010). 또한 왼발 착지에 의한 허리 토크를 유발하는 순간 신체중심은 전방 상향으로 추진되면서, 허리가 활처럼 휘어지는 자세를 유도시킨다(Harmon, Bill & Bob, 2000; Bottcher & Kuhl, 1998). 이러한 동작이 하나의 연속적으로 이루어질 때, 창을 던지는 팔은 릴리즈의 가속을 최대도 유도하는 채찍효과가 나타난다. 기록이 저조한 선수들은 릴리즈 시 팔의 채찍 효과에 의한 최대 가속을 유도하는 기술이 부족하다(Lee et al., 2010).

Morriss, Bartlett과 Fowler(1997)는 세계선수권대회 결승전 참가 선수들을 대상으로 기술동작을 분석한 연구에서, 릴리즈 속도는 평균 28.78 m/s, 릴리즈 각은 평균 38도 그리고 공격각(attack angle)은 평균 -3.4도로 보고하였다. Jose, Gabriel과 Victor(2004)은 1999년 세계육상대회에서 릴리즈 속도가 평균 29.0 m/s, 릴리즈 각은 평균 33.5도(27.7~40.1도) 그리고 공격각은 평균 2.84도(-6.8~8.8도)로 보고하였다. 국내 남자 선수를 대상으로 연구한 선행연구(Back & Kim, 2001)에서, 평균 투사속도와 각도는 17.0 m/s, 39.7도의 범위로 나타났다. 이외 선행연구(Murakami, Tanabe, Ishikawa, Isolehto & Ito(2006)에서 릴리즈의 속도는 기록에 비례하는 유사한 범위로 나타났으나, 릴리즈 각이나 공격각은 다양한 범위의 결과로 나타났다. 창던지기 기술동작과 관련된 선행 연구는 이외 Ikegami, Miura, Matsui와 Hashimoto(1981), Hubbard와 Always(1989), Mero et al.(1994), Bartlett et al.(1995), Park(2012), Lee(2009), Lee et al.(2009; 2010), Moon, LEE, Back, Sung과 Song(2004) 등에서 운동학적 및 운동역학적 연구들이 이루어졌다.

경기력은 기술을 바탕으로 체력과 심리적인 상태 등 복합적인 요인들에 의해 결정된다. 특히 기술은 오랜 기간 동안의 습관화된 훈련의 동작으로 완성되며, 일시적인 교정을 습관화된 기술을 변화시키기 어렵다. 이에 따른 기술

훈련은 새로운 동작의 훈련이나 기술의 단점을 분석하고 교정하기보다는 장점을 극대화시키고 단점을 최소화하는 훈련방향이 필요하다.

따라서 본 연구는 창던지기 중점 지원 선수들을 대상으로, 선수들의 주요 문제점이 되는 릴리즈 구간의 기술동작 요인들의 분석 평가를 통한 훈련자료 제공에 일차적인 연구의 필요성으로 두었다. 또한 중점지원 선수들의 기술 동작의 평가는 실제 경기상황의 분석을 통한 주요 국제 엘리트 선수들과의 비교 분석이 필요하다. 창던지기의 결정적 경기력은 릴리즈 조건의 주요 요인, 크로스스텝 이후 왼발착지 동작과 릴리즈 순간 신체중심의 감속을 그리고 상지분절의 속도 증가 요인들의 분석이 필요하다. 또한 본 연구는 창던지기 종목의 중점지원 선수들에 대한 사례연구로서 대상자 수가 제한 되었다. 중점지원 선수들은 국내 우수 선수로서, 기술의 일관성에 대한 평가가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 창던지기 종목 국가대표 중점 지원 남자선수 2명이 참가한 국내주요 육상 창던지기 대회를 대상으로 릴리즈 구간의 릴리즈 조건 등 경기력의 결정적인 운동학적 요인들을 분석하여 선수들의 특성과 장 단점에 대한 훈련자료로 제공하는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자 및 분석 대상경기

본 연구의 연구대상자는 국가대표 창던지기 중점지원 선수 2명을 대상으로 하였다. 대상자의 특성은 <Table 1>과 같고, 분석 대상경기는 <Table 2>와 같다.

분석 대상경기는 제15회 전국실업 육상경기선수권대회(2011 Gosung B.T. Athletic Championship)를 중심으로 제41회 전국육상종별선수권대회(2011 National division Athletics Championship), 2011대구국제육상선수권대회(2011 Deagu Pre-championship meeting)의 창던지기 종목 결승전을 대상으로 하였다.

### 2. 실험절차

제15회 전국실업 육상경기선수권대회의 영상촬영은 디지털 고속비디오카메라(Phtron Fastcan SA6, Japan) 4대를

Table 1. Characteristics of subject

Sub.	Age (year)	Height (m)	Weight (kg)	best record(m)	career
Sub.A	31	1.81	98	83.99	16
Sub.B	28	1.87	99	80.89	14

Table 2. Competitions and record

Competition	Record(m)	
	Sub. A	Sub. B
2011 Gosung B.T. Athletic Championship	78.49	74.43
2011 National division Athletics Championship	-	78.68
2011 Deagu Pre-championship meeting	77.91	-

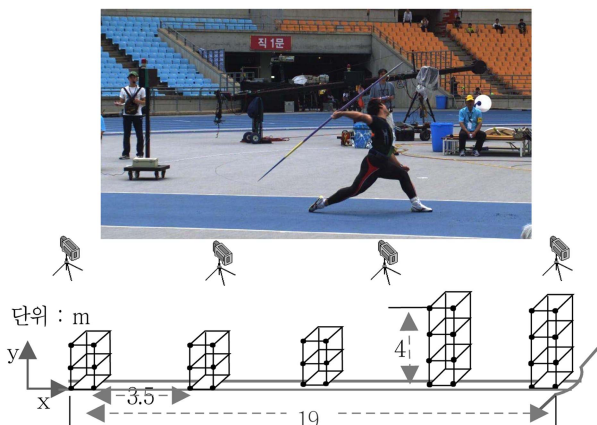


Figure 1. Setting the control object and cameras

사용하였고, 제41회전국육상종별선수권대회와 2011 대구국제육상선수권대회는 비디오카메라(Sony HXR-MC 2000, Japan) 4대를 이용하였다. 대상경기의 영상분석은 모두 2차원 분석을 하였다. 카메라 설치는 2차원 분석의 정밀도를 높이기 위하여 딜리버리 구간의 측면에서 진행방향의 수직에 가깝게 설치하였다.

비디오카메라의 촬영속도(셔터스피드)에서, 디지털 고속 비디오카메라는 125 frames/s(1,000 Hz/s), 일반 디지털비디오카메라는 60 fields/s(250 Hz/s)로 하였다. 통제점 틀은 <Figure 1>과 같이 4m 높이(1×1×4 m) 2개와 2m 높이(1×1×2 m) 3개를 분석 구간의 지역에 5개를 설치하였다.

### 3. 자료처리 및 분석 변인

비디오 영상자료의 자료처리는 통제점틀의 통제점을 좌표화하였고, 인체분절의 모형은 인체관절점 14개와 창의 3개의 점을 좌표화하였다. 영상분석 프로그램은 Kwon3D의 분석 프로그램을 사용하였다. 분석자료의 디지털 필터링은 2nd Butterworth low pass filter를 사용하였고, 차단 주파수는 10로 하였다.

창던지기 기술동작의 분석구간은 크로스스텝(cross step)에서 릴리즈 구간(release phase)까지의 딜리버리 구간(delivery phase)으로 하였다. 이벤트1(E1; RFD)은 크로스스텝에서 오른발이 지면에 착지하는 순간, 이벤트2(E2;

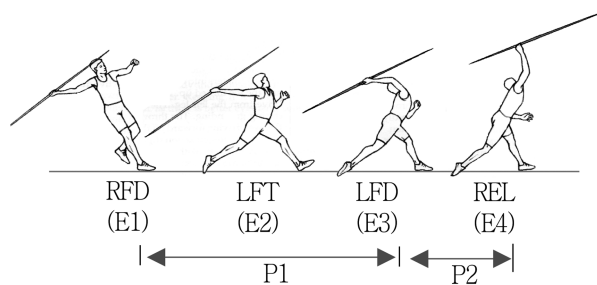


Figure 2. Event and phase

LFT)는 왼발이 지면에 닿는 순간, 이벤트3(E3; LFD)는 왼발이 지면에 완전히 착지되는 순간이며, 이벤트4(E4; REL)는 릴리즈 순간 그리고 국면1(P1)은 E1~E3, 국면2(P2)는 E3~E4로 정의하였다. 신체중심 속도의 감속율(%lose)은 E3 시 신체중심 속도가 릴리즈 시 감속된 양의 비율이다. 즉 %lose는  $100 - [(E4/E3) * 100]$ 로 제시하였다(Morriss et al., 1997).

제15회 전국실업 육상경기선수권대회(2011 Gosung)의 분석 결과는 1차시기부터 6차시기까지 성공시기의 자료를 분석하여 평균으로 제시하였고, 제41회전국육상종별선수권대회(2011 Div. Champ)와 2011 대구국제육상선수권대회(2011 DG Cham.)는 대회 최고기록 시기를 선정하여 분석하였다.

## III. 연구결과

### 1. 소요시간과 릴리즈 조건

딜리버리 구간에서 국면별 소요시간과 릴리즈 조건의 결과는 <Table 3>과 <Table 4>와 같다. 딜리버리 구간의 평균 총 소요시간은  $0.31(\pm 0.016)$ 으로 나타났으며, P1과 P2의 평균 소요시간은 각각  $0.21(\pm 0.016)$ ,  $0.10(\pm 0.000)$ 으로 나타났다. 총 소요시간에서 Sub. B는 Sub. A에 비해 빠르게 나타났고, 특히 P1 국면, LFT-LFD에서 빠른 소요시간을 보인 결과가 특징이다.

대상 선수들의 릴리즈 각도와 공격각은 각각 33.2~41.7도와 -3.5~5.9도의 범위에서 큰 폭의 차가 나타났다. Sub. A는 Sub. B에 비해 릴리즈 각이 작은 각(평균 34.1도)으

Table 3. phase time

(sec)

Competition	Sub.	Record(m)		P1(±SD)	P2(±SD)	Time(±SD)
		Best	Mean(±SD)			
2011 Gosung	A	78.49	77.05(±1.12)	0.22(±0.013)	0.10(±0.010)	0.32(±0.004)
	B	74.43	73.95(±0.55)	0.21(±0.005)	0.10(±0.000)	0.31(±0.005)
2011 Div. Champ	A	-	-	-	-	-
	B	78.68	-	0.18	0.10	0.28
2011 DG Cham.	A	77.91	-	0.22	0.10	0.32
	B	-	-	-	-	-
Mean	A	78.20	-	0.22	0.10	0.32
	B	76.53	-	0.20	0.10	0.30

Table 4. Release condition

Competition	Sub.	Angle(°)			P1(±SD)	P2(±SD)	Time(±SD)
		Attitude(±SD)	Release(±SD)	Attack(±SD)			
2011 Gosung	A	34.4(±1.09)	33.3(±0.85)	1.1(±0.80)	26.7(±0.33)	177.2(±8.85)	177.4(±4.12)
	B	37.2(±4.25)	41.7(±1.94)	-3.5(±0.88)	25.8(±0.80)	171.6(±4.27)	166.7(±8.35)
2011 Div. Champ	A	-	-	-	-	-	-
	B	39.1	33.2	5.9	25.3	161.9	186.6
2011 DG Cham.	A	38.6	34.8	3.8	27.1	169.9	183.7
	B	-	-	-	-	-	-
Mean	A	36.5	34.1	2.4	26.9	173.6	180.6
	B	38.2	37.5	1.2	25.6	166.8	176.7

Table 5. Velocity of center of mass

(m/s)

Competition	Sub.	RFD(±sd)	LFT(±sd)	LFD(±sd)	REL(±sd)	%loss(%)
2011 Gosung	A	5.64(±0.14)	5.21(±0.14)	4.58(±0.17)	3.00(±0.18)	48.1(±3.10)
	B	5.90(±0.09)	5.62(±0.07)	4.75(±0.20)	2.75(±0.26)	46.8(±3.22)
2011 Div. Champ	A	-	-	-	-	-
	B	8.66	6.07	5.77	2.83	51.0
2011 DG Cham.	A	5.83	6.19	5.13	1.73	66.3
	B	-	-	-	-	-
Mean	A	5.74	5.70	4.99	2.37	57.2
	B	7.28	5.85	5.26	2.79	48.9

로 나타난 반면에 공격각에서는 비교적 큰 각(평균 2.4도)으로 나타났다. Sub. B의 공격각은 -3.5~5.9도로서 각도 변화의 폭이 크게 나타났다.

릴리즈 속도는 기록에 비례하며, 전체 평균 26.22 m/s로 나타났다. Sub. A와 B의 릴리즈 평균 속도는 26.9, 25.6 m/s로 나타났다. 릴리즈 순간 창의 높이에서, Sub. A는 평균 173.6 cm로서 신장의 95.9%Ht이었고, Sub. B는 166.8 cm로서 신장의 89.2%Ht로 나타났다.

보폭(stride)은 RFD의 오른 발에서 LFD의 왼 발까지의 거리로서, Sub. A는 평균 180.6 cm로서 177.4~186.6 cm의

범위로 나타났고, Sub. B는 평균 176.7 cm로서 166.7~186.6 cm로 나타났다.

## 2. 신체중심의 속도와 감속률

<Table 5>는 달리거리 구간에서 신체중심의 합성속도이며, 신체중심의 속도는 힙-라인(hip-line) 중앙점으로 대체하였다. <Figure 3-4>는 2011 Gosung 대회의 결과로서 Sub. A, B의 신체중심 수평속도 변화의 그림이다. 신체중심의 합성속도와 수평속도의 차는 Sub. A, B가 E1에서

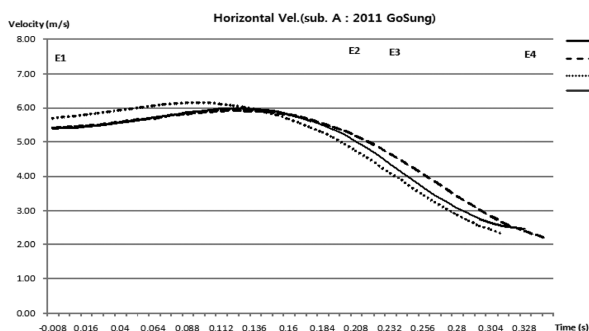


Figure 3. Horizontal velocity of c.o.m in 2011 Gosung(Sub. A)

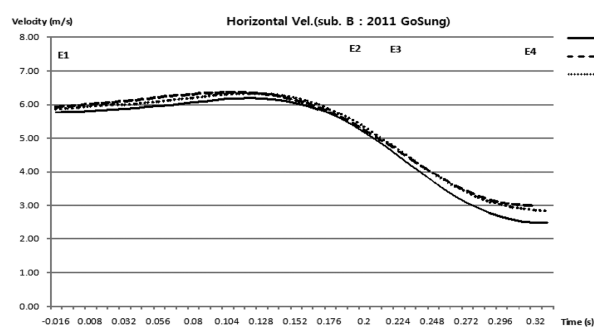


Figure 4. Horizontal velocity of center of mass in 2011 Gosung(Sub. B)

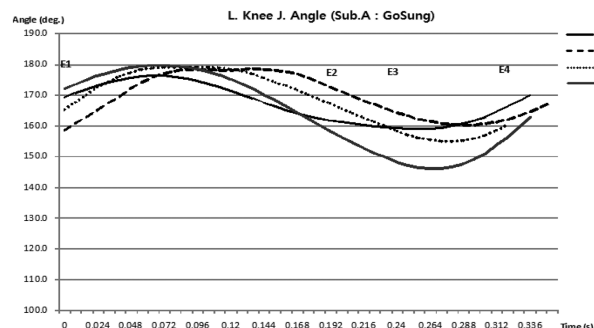


Figure 5. L. Knee J. Angle in 2011 Gosung(Sub. A)

각각 평균 0.53, 0.12 m/s, E3에서 0.15, 0.46 m/s로서 유사한 범위로 나타났다.

주로에서 크로스 스텝 이후 RFD 순간 신체중심의 속도는 Sub. B(7.28 m/s)가 Sub. A(5.74 m/s)에 비해 큰 속도를 유지하였고, 왼발이 착지되면서 LFD 순간 속도는 Sub. A, B가 각각 4.99, 5.26 m/s 그리고 REL 순간의 속도는 2.37, 2.79 m/s로 나타났다. Sub. A, B의 P1 구간 감속 크기는 각각 |0.75|, |2.02|, P2 구간의 감속 크기는 |2.62|, |2.47|로 평가된다.

이에 Sub. A의 P1, P2 구간 감속은 -3.41, -10.1 m/s 이고, Sub. B는 -10.1, -2.47 m/s로 평가 된다. 이에 따라 신체중심속도의 감속율은 Sub. A가 평균 57.2%lose, Sub.

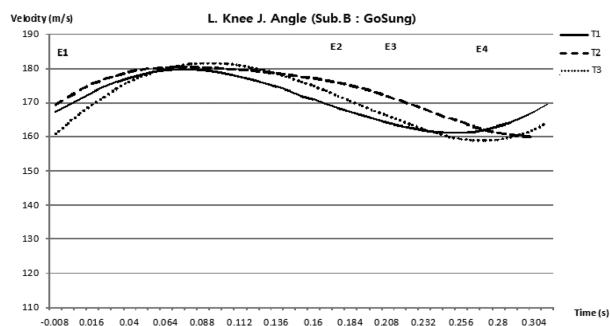


Figure 6. L. Knee J. Angle in 2011 Gosung(Sub. B)

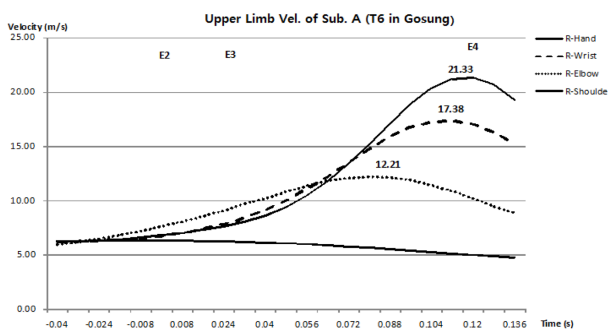


Figure 7. Upper Limb joint vel. in 2011Gosung(Sub. A)

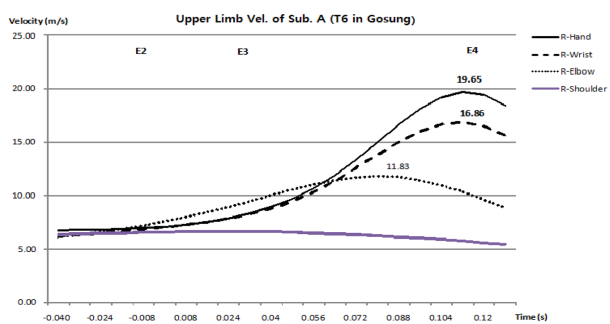


Figure 8. Upper Limb joint vel. in 2011Gosung(Sub. B)

B는 48.9%lose로 나타났다. 2011 Gosung 대회에서 Sub. A, B의 각각 %lose(±SD)는 48.1(±3.10), 46.8(±3.22)로 나타났으나, 분석 대상 경기에서 나타난 신체중심의 감속율의 범위는 Sub. A가 48.1~66.3%lose, Sub. B는 46.8~51.0%lose로써 비교적 큰 범위로 나타났다.

### 3. 왼쪽 무릎 관절각도

<Table 6>는 딜리버리 구간의 각 이벤트에 따른 왼쪽 무릎 각도의 결과이며, <Figure 5~6>은 무릎각도의 변화이다. 왼발의 뒤꿈치가 지면에 착지되는 순간(LFT)의 무릎각도에서, Sub. A는 164.7도(2011 Gosung)와 166.6도(2011 DG Champ.)로 나타났으며, Sub. B는 각각 170.8도와 143.8도로서 각도변화의 편차가 크게 나타났다. LFD는 왼

Table 6. Left Knee joint angle

(deg.)

Competition	Sub.	LFT(±SD)	LFD(±SD)	Min(±SD)	REL(±SD)
2011 Gosung	A	164.7±4.98	159.9±5.51	154.5±5.96	160.9±5.07
	B	170.8±3.82	167.0±4.34	160.0±1.23	164.4±4.79
2011 Div. Champ	A	-	-	-	-
	B	143.8	143.9	160.0	164.4
2011 DG Cham.	A	166.6	160.2	140.2	145.1
	B	-	-	-	-
Mean	A	165.7	160.1	147.4	153.0
	B	157.3	155.5	160.0	164.4

Table 7. Velocity of Upper limb

(m/s)

Joint	Sub.	LFT	LFD	Max	REL	Note
R.Shoulder	A	7.2	7.6	7.7	5.7	2011 DG Cham.
		6.3	6.2	6.3	4.8	2011 Gosung
	B	8.1	7.5	8.7	5.8	2011 Div. Champ
		6.6	6.6	6.6	5.3	2011 Gosung
R.Elbow	A	6.3	7.83	14.3	9.6	2011 DG Cham.
		7.6	9.7	12.2	8.9	2011 Gosung
	B	9.4	9.2	12.4	9.0	2011 Div. Champ
		7.9	10.0	11.8	8.0	2011 Gosung
R.Wrist	A	7.1	7.8	20.1	20.0	2011 DG Cham.
		6.8	8.4	17.4	16.3	2011 Gosung
	B	9.9	8.0	17.1	16.9	2011 Div. Champ
		7.2	8.7	16.9	15.7	2011 Gosung

발이 지면에 완전히 착지되는 시기로서 허리 토크를 유발하는 블록킹(blocking) 순간으로서, Sub. A는 평균 160.1도로 나타났고, Sub. B는 155.5도로 나타났다.

무릎의 최소각은 REL 직전 허리가 활처럼 최대로 휘어지는 순간의 무릎의 지지각도이며, 이때 Sub. A와 Sub. B는 각각 평균 147.5도와 160.0도로 나타났다. 그리고 릴리즈시의 Sub. A와 Sub. B의 평균 무릎각은 각각 153.0도와 167.4도로 나타났다.

#### 4. 상지분절의 속도

상지분절의 속도는 크로스 스텝 이후 어깨, 팔꿈치 그리고 손의 속도가 순차적으로 증가한다. <Table 7>은 이벤트별 어깨, 팔꿈치 그리고 손목의 관절 속도 결과이고, <Figure 7~8>은 상지 관절의 속도변화이다. 어깨 관절의 속도는 LFD까지 거의 일정한 속도를 유지하였고, LFD~REL 구간에서 점차적으로 감속되는 결과를 보였다. 팔꿈치 관절 속도는 RFD 이후 점차적으로 속도가 증가하였으며, 최대속도는 P2의 중간지점에서 나타났다. Sub. A

와 Sub. B의 팔꿈치 평균 최대 속도는 각각 13.3, 12.1 m/s로 나타났다. 손목의 속도는 LEF 이후 급격하게 속도가 증가하였으며, REL 직전에서 최대속도로 나타났다. Sub. A와 Sub. B의 손목 평균 최대 속도는 18.8, 17.0 m/s로 나타났고, REL의 평균 속도는 각각 18.2, 16.3 m/s로 나타났다.

## IV. 논 의

본 연구는 창던지기의 결정적인 경기력의 요인으로서 릴리즈 조건 그리고 릴리즈 요인과 직접적인 상관성을 갖는 왼쪽 무릎각도, 신체중심의 속도 변화 및 감속율 등을 분석하였다.

Lee et al.(2009, 2010)은 창던지기 국가대표 중점지원 선수들의 문제점은 크로스스텝 이후 왼발 착지동작과 릴리즈 순간의 동작에서 리듬과 타이밍이 일관성이 부족하다고 평가하였다.

덜리버리 구간의 소요시간은 기술동작의 리듬과 타이밍을 보여주는 기술로서, 덜리버리 구간의 소요 시간은 Sub.

B가 Sub. A보다 다소 빠른 결과를 보여 주었다. Sub. B가 다소 빠른 소요시간의 구간은 P1의 구간이었다.

Morriss et al.(1997), Jose et al.(2004)의 연구에서, 릴리버리 구간의 소요시간은 0.26~0.31 s의 범위이고, P1 국면은 0.13~0.18 s, P2 국면은 평균 0.13 s로 보고하였다. 릴리버리 구간에서의 국면별 그리고 이벤트간의 소요시간은 외국의 우수 선수 역시 다양한 결과를 보여주었으며, 선수 개인의 특성의 결과로 해석된다. 가장 중요한 것은 선수 자신의 기술동작에 따른 일관성 있는 소요시간을 유지하는 기술이다. Jose et al.(2004)도 P1에서의 소요시간은 0.18~0.26 s 그리고 P2에서는 0.11~0.14 s의 큰 범위로 나타났다고 보고하였다. Harmon et al.(2000)는 크로스 스텝 이후, 빠른 왼발 착지를 통해 주로에서 얻은 빠른 속도의 에너지를 전달하는 것이 중요하다고 하였다.

릴리즈 속도는 기록과 직접적인 관련이 있고, 신체에서 상체로 전이되는 파워(power)가 창으로 전달되는 양의 크기이다(Morriss et al., 1997). 대상자들의 릴리즈 속도는 외국 우수 선수들과 비교하여 낮은 속도이다. Morriss et al.(1997)는 81.06~89.06 m의 기록에서 평균 29.4 m/s의 릴리즈 속도로 보고하였고, Jose et al.(2004)는 89.50 m의 기록을 보인 선수는 29.7 m/s의 릴리즈 속도로 나타났다고 보고하였다. Gunter(1996)은 릴리즈 시 가속의 효과를 체적의 효과로 표현하였고, 이를 추진력의 전환(impulse transmission) 기술이라고 설명하였다.

창의 자세각은 공격각의 크기에 따라 변화를 준다. 공격각은 풍속이나 풍향 이외, 창의 순간 가속도가 클수록 작아질 수 있는 요인이기도 하다. 공격각은 공기저항에 의한 창의 양력을 유도하는 변인이며, 각의 범위는 비교적 다양하게 나타나는 것이 특징이 있다.

외국 우수 선수의 경우 평균 공격각을 Morriss et al.(1997)는  $-3.5(\pm 2.81)$ , Jose et al. (2004)는  $2.84(\pm 5.31)$ 으로 보고하였고, Bottcher와 Kuhl(1998)은 여자 선수들의 평균 공격각을  $0.88(\pm 6.20)$ 으로 보고하였다. 80 m 이상의 기록을 보인 외국 우수 선수의 경우,  $-8\sim 12$ 도의 범위를 보여주고 있다(Morriss et al., 1997; Jose et al., 2004). Jose et al.(2004)는 이론적인 측면에서 이상적인 릴리즈 각을  $32\sim 37$ 도라고 하였고, 공격각은 8도를 넘지 않아야 효과적인 투사가 될 수 있다고 하였다. 또한 Hubbard와 Alway(1989)은 23~35의 릴리즈 속도에서 가장 이상적인 공격각의 범위는  $0\sim 2.5$ 도라고 하였다. Sub. A, B의 공격각은 각각 평균 2.4도, 1.2도로서 외국의 우수 선수들의 릴리즈 각과 유사한 범위로 평가 되나, Sub. B의 공격각은  $-3.5\sim 5.9$ 도의 범위로서 다소 큰 범위로 나타났다.

Jose et al.(2004)는 릴리즈 높이를 탄도 효과(ballistic efficiency)라 하였고, 릴리즈 높이는 릴리즈 순간 상체의 힘, 왼쪽 발의 무릎 각도, 릴리즈 각, 공격각, 릴리즈 속도

등과 직접적인 상관성을 갖는다고 하였다. 릴리즈 높이는 릴리즈 순간 왼발이 지면에 지지하고 있는 동안의 높이에서 투사의 목표가 된다고 하였다. 이에 1999년 IAAF 세계육상대회에서 Zelezny와 Parivianen의 선수가 1.80~2.14 m의 릴리즈 높이로 나타났다고 보고하였다. Bottcher와 Kuhl(1998)은 1997 여자 투창대회에서 Damaske 선수와 Tilea 선수가 105%Ht, 108%Ht의 릴리즈 높이로 나타났다고 보고 하였다.

이에 Sub. A, B의 릴리즈 높이는 각각 평균 95.9, 89.2%Ht로 나타난 바와 같이, Sub. A는 적정한 높이의 범위로 판단되나 Sub. B의 릴리즈 높이는 외국 우수 선수들에 비해 크게 낮은 결과로 평가된다. Sub. B의 경우 P2 구간에서 상체가 좌측으로 과도하게 회전되면서 상체가 낮게 굽혀지는 원인으로 판단된다.

크로스 스텝에서 오른발이 지면에 착지되는 순간 신체 중심의 속도는 주로의 속도를 기반으로 한다. 신체중심 속도는 왼발이 지면에 착지되면서 급격히 감속이 된다. 속도의 감속은 왼발의 순간적인 착지에 의한 지면의 탄성 에너지를 상체 그리고 창으로 전이시키는 동작이다(Bottcher & Kuhl, 1998). Gunter(2008)는 왼발의 블로킹 동작에 의해 순간적인 허리 토크(twist of the pelvis)가 이루어진 후 신체중심의 감속과 함께 상체분절의 가속과 감속이 이루어진다고 하였다.

Morriss et al.(1997)은 1995세계육상선수권대회 창던지기 분석 결과에서 왼발이 착지되는 순간(E3) 신체중심의 속도를 5.0~6.7 m/s 그리고 E3에서 릴리즈 순간까지의 신체중심의 감속율을 37~53%로 보고하였고, 81 m 이상의 기록으로 나타난 선수들의 감속율은 평균 46%로 보고하였다.

이에 반해 Sub. A, B의 E3의 평균 신체중심 속도는 4.99, 5.26 로서 비교적 느린 속도로 평가 된다. Sub. B의 경우 빠른 주로의 속도를 RFD까지 연장시켰으나, 이후 급격한 감속은 RFD 이후 상체가 활처럼 휘어지면서 신체중심을 추진시키는 동작과 함께 이루어져야 한다. Sub. A, B의 신체중심속도의 평균 감속율은 각각 57.0%lose, 48.9%lose로서, 세계 우수 선수들에 비해 충분히 감속되지 못하는 결과이며, E1과 E3의 신체중심의 낮은 속도를 감안하면 감속율이 더욱 낮은 결과로 평가된다. 신체중심의 감속율은 왼발 착지의 블로킹의 효과로 평가되고, 순간적인 블로킹의 탄성 에너지는 신체중심에서 허리 그리고 상체로 이어지고, 순간적인 파워는 어깨와 팔 그리고 창으로 전이된다(Gunter, 2008; Harmon, 1992).

릴리즈 구간에서의 왼쪽발의 착지는 강한 탄성에너지를 유도하여 허리와 상체 그리고 창으로 파워를 전이시키는 근원을 제공한다(Gunter, 2008; Jose et al., 2004; Morriss et al., 1997). P2 구간은 왼발 착지와 함께 블로

킹을 유도하는 시기로서, 넓은 보폭과 함께 무릎을 곧게 펴는 동작이 중요하다(Robert & Marilyn, 1985; Komi & Mero, 1985; Joseph, 2000).

Morriss et al.(1997)은 LFT에서의 평균 무릎각을 147.3도(116~177도)로 나타냈고, LFD에서는 평균 169.5도 그리고 릴리즈 순간은 평균 151.2도로 보고하였다. Jose et al.(2004)는 크로스 스텝 직후 왼발이 지면에 완전히 착지되면서 “블록킹” 혹은 “지시대”와 같이 표현하면서 신체중심의 감속을 일으키는 순간이라 하였고, 이는 릴리즈 속도를 최대로 유도하는 동작이라고 하였다. 기록이 86 m 이상을 보인 Zelezny, Backley, Henry의 E3 무릎각은 168~173도로 나타난 바와 같이(Morriss et al., 1997), 박재명 선수와 정상진 선수의 LFD 무릎각은 다소 낮은 결과라 평가 된다. Jose et al.(2004)의 연구에서도 85 m 이상의 기록을 보인 선수들의 LFD 무릎각은 170~178도로 나타났다. 또한 Zelezny, Backley, Henry선수들은 LFT보다 LFD의 무릎각이 다소 증가된 각의 결과를 보였다(Morriss et al., 1997). Lee et al.(2009, 2010)의 연구에서, 크로스 스텝 직후 오른발 착지에 이어 왼발이 착지되는 과정은 지면반력을 최대로 유도하여 신체중심의 속도를 증가시키는 시기이며, 이때 왼발을 추진시키는 동작보다는 신체중심을 추진시키는 감각이 필요하다고 보고하였다.

Lee et al.(2010)는 Sub. B가 낮은 신체중심의 높이와 무릎이 굽혀지는 경향이 크게 개선되고 있다고 보고하였으나, 큰 변화가 나타나지 않은 것으로 평가된다. REL에서 무릎각이 비교적 작은 작은 릴리즈 시 상체의 과도한 측면 회전으로 무릎이 다소 굽혀지는 동작의 결과라 하였으며, 이러한 결과는 왼발착지의 블록킹에 의한 폭발적인 허리 토크를 효율적으로 이루어내지 못한 동작과 상관성이 있는 것으로 평가한다고 보고하였다.

딜리버리 구간은 허리의 탄성에너지에 의해 협응된 상지 분절의 연속적인 동작으로, 분절의 근위단(proximal)에서 원위단(distal)으로 에너지를 전이 시키는 동작이며, 고관절, 어깨, 팔꿈치 그리고 창으로의 연속적인 파워 에너지가 전달된다(Atwater, 1979; Mero et. al. 1994). Morriss et al.(1997)의 연구에서, Zelezny와 Hecht의 선수는 어깨와 팔꿈치의 최대 속도가 대상자에 비해 다소 낮았으나, 손목의 속도는 다른 선수들에 비해 큰 속도로 나타났다. 본 연구대상자들의 상지 관절의 속도는 비교적 낮은 것으로 평가된다. 특히 P2 구간의 손의 속도에서, Sub. A는 REL 직전 급격히 증가하는 경향을 볼 수 있으나, Sub. B는 속도가 크지 않고 Sub. A에 비해 낮은 속도 증가의 경향을 볼 수 있다. 손목의 속도는 기록과 비례되며, 어깨나 팔꿈치 관절의 속도는 딜리버리 구간에서의 자세와 동작과 관련된 요인이라 평가 된다. 왼발이 완전히

착지되면서 블록킹과 함께 허리의 강한 탄성에너지가 발휘되는 구간이다. 신체중심점은 감속과 함께 상체가 활처럼 휘면서 전·상 방향으로 추진된다. 이때 허리토크에 의한 상체의 회전이 충분히 이루어지지 못할 경우, 어깨나 팔꿈치가 먼저 추진되는 동작이 될 수 있다. 이러한 결과는 딜리버리 구간의 소요시간 평가에서 대상자들이 우수 선수들에 비해 P2 국면의 시간이 짧았던 결과와 상관성을 갖는 것으로 평가된다.

## V. 결 론

본 연구는 창던지기 종목 국가대표 중점지원 선수 2명을 대상으로 경기력의 주요 요인이 되는 딜리버리 구간의 운동학적 기술동작 분석을 하였다. 분석대상경기는 제15회 전국실업 육상경기선수권대회를 중심으로 제41회전국육상종별선수권대회, 2011대구국제육상선수권대회의 창던지기 대회를 대상으로 하였다.

1. 딜리버리 구간의 평균 총 소요시간은 0.31(±0.016)으로 나타났으며, P1과 P2의 평균 소요시간은 각각 0.21(±0.016), 0.10(±0.000)으로 나타났다. 대상 선수들의 릴리즈 각은 33.2~41.7도, 공격각은 -3.5~5.9도의 범위에서 큰 폭의 차로 나타났다. Sub. A, B의 창 높이는 각각 95.9%Ht, 89.2%Ht로 나타났다. 보폭(stride)은 RFD의 오른 발에서 LFD의 왼발까지의 거리로서, Sub. A는 177.4~186.6 cm 그리고 Sub. B는 평균 176.7 cm로서 166.7~186.6 의 범위로 나타났다.

2. LFD와 REL의 신체중심 속도는 대상자 모두 비교적 낮게 나타났고, 신체중심속도의 감속율은 Sub. A가 평균 57.2%lose, Sub. B는 48.9%lose로 나타났다.

3. 왼발의 뒤꿈치가 지면에 착지되는 순간(LFT)의 무릎 각도는 대상자 모두 비교적 작게 나타났다. Sub. A, B는 LFD에서 평균 160.1도, Sub. B는 155.5도로 나타났고, REL의 평균 각도는 각각 평균 153.0도와 167.4도로 나타났다.

4. 팔꿈치 관절 속도는 RFD 이후 점차적으로 속도가 증가하였으며, 최대속도는 P2의 중간지점에서 나타났다. 손목의 속도는 LEF 이후 급격하게 속도가 증가하였으며, REL 직전에서 최대속도로 나타났다. Sub. A와 Sub. B의 손목 평균 최대 속도는 18.8, 17.0 m/s로 나타났고, REL의 평균 속도는 각각 18.2, 16.3 m/s로 나타났다.

## 참고문헌

- Atwater, E. A.(1979). Biomechanics of overarm throwing movements and of throwing injuries. *Exercise and Sports Science Review*, 7. 43-85.
- Back, J. H. & Kim, J. P.(2001). The Kinematical Analysis of Release



- Phase in Female Javelin Throwing Players. *The Korean Journal of physical education*, 40(2), 853-860.
- Bartlett, R. M., Muller, E., Raschner, C., Lindinger, S., & Jordan, C. (1995). Pressure distributions on the Plantar surface of the foot during the javelin throw. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 163-176.
- Botcher, J. & Kuhl, L. (1998). The technique of the best female javelin throwers in 1997. *New Studies in Athletics*, 13, 47-61.
- Gunter, T. (1996). Model technique analysis sheets, Part ¼ : The javelin throw, *New studies in athletics*, no.1, 45-62.
- Gunter, T. (2008). *Modern Athlete and Coach*, Jan. Vol. 46, Issu 1, 30-42.
- Harmon, B. C., Bill, W., & Bob, S. (2000). *USA Track & Field Coaching Manual: Javelin*. IL, Human Kinetics. 249-264.
- Harmon, B. C. (1992). Javelin throwing british style. *Track & Field*, 120, 3824-3826.
- Hubbard, M. & Always, L. W. (1989). Rapid and accurate estimation of release conditions in the javelin throw. *Journal of Biomechanics*, 22, 583-595
- Ikegami, Y., Miura, M., Matsui, H., & Hashimoto, I. (1981). Biomechanical analysis of the javelin throw. In: *Biomechanics VII B. International series on Biomechanics*, 3B, 271-276.
- Jose, C., Gabriel, B., & Victor, R. (2004). *Three dimensional kinematics analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championship in Athletics*. International Association of Athletics Federations, 19, 21, 47-57.
- Joseph L. R. (2000). *USA Track & Field coaching Manual*, USA Track & Field. Human Kinetics, 249-264.
- Komi, P. V. & Mero, A. (1985). Biomechanical analysis of olympic javelin throwers. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 139-150.
- Lee, S. H., Choi K. J., Moon, Y. J., Song, J. H., & Ryu, J. S. (2009). *Kinematical analysis of javelin throwing for 2011 IAAF World Championship in Athletics*. Seoul: Korea, The report of Korea Institutes of Sport Science.
- Lee, S. H., Moon, Y. J., Song, J. H., Kim, T. Y., Ryu, J. S., & Yoon S. H. (2010). *Kinematical analysis of javelin throwing in delivery phase for 2011 IAAF World Championship in Athletics*. Seoul: Korea, The report of Korea Institutes of Sport Science.
- Lee, Y. S. (2009). *Effects of support-foot landing and kinetic factors during release phase on the record in female javelin throwing by skilled-Level*. Unpublished doctoral dissertation, Korea National Sport University, Seoul.
- 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, 166-17.
- Moon, Y. J., Lee, S. H., Back, J. H., Sung, B. J., & Song, J. H. (2004). *Kinematical analysis of javelin throwing for national javelin athletics*. Seoul: Korea, The report of Korea Institutes of Sport Science.
- Morriss, C., Bartlett, R., & Fowler, N. (1997). Biomechanical Analysis of the men's javelin throw at the 1995 World Championships in athletics. *New Studies in Athletics*, 12, 31-41.
- Murakami, M., Tanabe, S., Ishikawa, M., Isolehto, P., & Ito, A. (2006). Biomechanical analysis of the javelin throwing at 11th IAAF World Championship in Athletics in Helsinki. *New Studies in Athletics*, 21(2), 67-80.
- Park, J. M. (2012). *Mechanical analysis of landing and release phase for the mail javelin thrower*. Unpublished doctoral dissertation, Korea National Sport University, Seoul.
- Robert, J., G & Marilyn, P. (1985). Biomechanical analysis of world record javelin throw: A case study. *International Journal of Biomechanics*, 1, 73-77.