2011 대구세계육상선수권대회 Gilde Type 포환던지기 한국선수와의 결승 1, 3위 선수와의 운동학적 비교분석

오정환¹ · 최수남¹ · 신의수¹ · 이정태² · 정익수¹ · 배재희¹ · 박승범³

¹충남대학교 사범대학 체육교육과 · ²한국표준과학연구원 기반표준본부 · ³부산경제진흥원 신발산업진흥센터

Cormparative Analysis from Perspective of Kinesiology between Korean Athletes and Gold and Bronze Medalists in Glide-Type Shot Put at Daegu World Athletic Championships in 2011

Chow-Hwan Oh¹ · Su-Nam Choi¹ · Eui-Su Shin¹ · Jeong-Tae Lee² · Ik-su Jeong¹ · Jae-hee Bae¹ · Seung-Bum Park³

¹Department of Physical Education, College of Education, chungnam National University, Daejeon, Korea

²Division of Physical Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, Korea

³Footwear Biomechanics Team, Footwear Industrial Promotion Center, Busan, Korea

Received 31 September 2011; Received in revised form 30 October 2011; Accepted 23 December 2011

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze, in real time, the glide motion and release motion of domestic athletes and gold and bronze medalists employing the glide technique for the men's shot put at the Daegu World Athletic Championship in 2011. In the glide motion, the Korean athletes had a relatively high body center and shot put heights and larger stretching angles for their hips and knees. In the delivery phase, which shifts to the release phase, the Korean athletes showed slower vertical body center and shot put speeds, and they changed the phase, to the release phase by using a small body angle. In the release phase, the Korean athletes showed differences in their projection speeds and vertical body center speeds. The world-famous players showed high angle speeds, which refer to the composition of the rotation force at the moment of release (body, hip, and shoulder line). In the release phase, the Korean athletes did not have fully stretched hip and knee angles, which might have negatively influenced the vertical speed. Because the Korean athletes showed relatively low projection heights and projection angles. it was found that they need to enhance the muscular power of their, throwing arms and lower limbs.

Keywords : Release, Glide, Shot Put, Center, Vertical, Horizontal

I. 서 론

육상경기 투척종목은 걷고, 달리고, 뛰는 운동과는 달리 현대의 생활 장면에 극히 제한된 동작으로 수행되고 있으며, 경

기자체가 신체기관의 모든 능력을 최대로 발휘하여 멀리 던져야 하기 때문에 큰 체격과 체력, 의지력 등을 필요로 하는 운동이다(Jeong, 2004; Lee, 2002). 포환던지기는 1896년 올림픽부터 정식경기로 시작하였으며, 직경 2.135 m의 원 안에서 남자는 7.26 kg, 여자는 4 kg의 포환을 투사하는 경기로서 이루어지고 있으며 투척경기 중 해머와 함께 제일 작은 서클을 이용하여 기록을 겨루는 경기이다(Lee, 2010). 기술 동작에 따라 글라이드 국면(Glide phase)과 릴리즈를 위한 딜리버리 국면(Delivery phase)으로 구분된다(Byun, Fujii, Murakami, Endo, Takesako,

Corresponding Author: Su-Nam, Choi
Department of Physical Education, Collge of Education chungnam
National University, Gyang-Dong, Yuseong-Gu, Taejeon, Korea.
Tel : +82-42-822-7065 / Fax : +82-42-822-7923
E-mail: csnpower@hanmail.net

본 논문은 2011 대구세계육상선수권대회 운동역학 프로젝트로서 문화체육관광부와 대한육상경기연맹으로부터 지원을 받아 수행한 것임.

Gomi & Tauchi, 2008; Kim, 2003; Lee, 2002; Young & Li, 2005). 포환던지기는 체격적으로 체중이 무겁고, 릴리즈(Release)순간의 높이가 높을수록 기록에 영향을 주기 때문에 신장, 상지장과 하지장의 길이가 긴 것이 유리하며, 체력적인 면에서는 다양한 체력적인 요소 근력, 순발력, 유연성, 그리고 던지기 운동에 관여하는 신체분절의 협응(Coordination)동작에 의해 영향을 받는다(Jeong, 2004; Ryu, J. S, Pak, J. M, & Kim, T, S, 2011). 포환던지기에서 사용되는 기술은 크게 턴(Rotational), 글라이드(Glide)기술로 나누어지는데 대부분의 선수들이 글라이드 기술을 선호하는 실정이다(Ryu et al, 2011). 글라이드 동작은 허리와 무릎이 굴곡된 준비자세에서 무릎을 폭발적으로 신전시켜 신체중심의 수평속도를 순간적으로 가속시켜 신체의 운동량을 크게하는 기술로 상체의 기울기와 하지의 자세각에 따라 글라이드의 조건이 달라질 수 있기 때문에 동작의 연속성이 중요하다(Ryu et al, 2011). 달리버리 국면은 글라이드에서 얻은 신체의 운동량을 양 발의 빠른 착지와 더불어 순간적인 허리 토크로 유도하는 전환(Tansition)동작과 릴리즈로 이루어진 국면이다(Lee, 2011; Ryu et al. 2011). 또한 포환던지기는 글라이드 국면과 달리버리 국면의 연속동작을 통해 릴리즈 순간의 투사높이, 투사각, 그리고 투사속도가 중요한 요인으로 작용하고 있다(Lee, 2011; Jeong, 2004; Ryu et al. 2011). Glide type 한국대표 선수를 연구한 Ryu et al.(2011)의 연구에서는 포환의 궤적이 중심축에서 벗어나는 유형을 보였으며, 신체중심의 높은 특성을 보였으며, 전반적으로 낮은 투사각을 보임에 따라 몸통과, 팔, 그리고 하지의 강한 근파위가 요구되는 것으로 분석되어졌다. 한국남자 한국기록은 18.86 m(Hwang in seong, 2010)로 아시아와 세계 기록과는 많은 차이를 보여주고 있다.

본 연구는 2011년 대구 세계육상선수권대회 남자 포환던지기 경기에서 참가한 Glide type 한국대표선수(Hwang in seong)와 결승 1위(David storl, GER), 3위(Andrel mikhneviki, BLR)선수에게 해당되는 세계 엘리트 선수들의 운동학적 변인들을 비교 분석하여 경기력 향상을 위한 정량적인 정보제공과 기술적 지도에 대한 방향을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2011년 대구 세계육상선수권대회에 출전한 Glide Type 포환던지기 한국선수와 결승 1, 3위 선수를 대상으로 분석하였으며, 대상자의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of Subject

Subjects (n=3)	Country	Results (M)	Best record (m)	Analysed attempt
David Storl	GER	21.78	21.05	6
Andrel Mikhneviki	BLR	21.40	22.10	3
Hwang In Seong	KOR	17.75	18.86	1

Table 2. Experimental experimental

Item	Name of equipment	Product name	Manufacturer
Photograph	Camera	GRDV3000	JVC
	Control point	V-TEK	Visol(Korea)
Analysis instrument	Mation analysis software	Kwon3d XP	Visol(Korea)

2. 실험 장비

본 연구에서 사용된 실험장비와 분석 장비는 <Table 2>와 같이 사용하였다.

3. 실험 절차

본 연구에서 촬영하고 분석한 자료는 2011년 대구 세계 육상선수권대회에 출전한 Glide Type 포환던지기 한국대표선수와 결승 1, 3위 선수에 대한 글라이드 동작과 투사동작을 분석하기 위해 비디오 카메라 3대를 30 frames/s로 실제 경기를 촬영하였으며, 영상분석에 필요한 공간 좌표를 얻기 위해 <Figure 1>과 같이 높이 3 m, 길이 3 m, 폭 2 m의 통제점 틀을 설치하였다. 카메라의 위치는 필드에서 포환던지기 씨클을 가리는 장애물을 피해 선수의 좌·우·후면에 설치하였으며 카메라는 통제점틀의 촬영 이후 경기가 끝날 때 까지 고정된 위치에서 촬영하였다. 구체적인 실험배치도는 <Figure 2>와 같다.

4. 자료 분석

본 연구에서 인체는 22개의 관절점과 1개의 점으로 이루어진 포환 등, 총 23개의 점에 14개의 분절이 연결된 강체구조(Linked rigid body system)로 정의하였다. 신체분절지수(Body segment parameter)는 Plagenhoef, Evans & Abdelnour(1983)의 자료를 이용하였으며, Glid Type 포환던지기 운동학적 요인은 거리요인, 속도요인, 각도요인을 분석하였다.

Figure 1. Objects

Figure 1. Positioning of cameras.

Figure 3. Definition of event

5. 분석 국면

본 연구에서 분석한 국면은 3개의 Event와 2개의 Phase로 설정하여 분석하였으며, <Figure 3>와 같다.

Event 1 : Right foot heel take off (RFTO)

Event 2 : Right foot toe take off (RFTT)

Event 3 : Release phase (RP)

Phase 1 : (RFTO - RFTT)

Phase 2 : (RFTT - RP)

Table 3. Kinematic characteristics at the (RFTO) event 1

Athlete	David. S	Andrei M	Hwang in seong	M SD
Vertical height (CM)	0.84	0.82	0.96	0.87 0.07
Ball velocity	4.54	4.34	4.76	4.55 0.2
Ball height	1.27	1.25	1.38	1.3 0.07
Horizontal velocity (CM)	2.06	1.99	2.5	2.18 0.27
Vertical velocity (CM)	0.38	0.37	0.9	0.55 0.3
Right pelvis angle (deg)	115	88	146	116 29
Right knee angle (deg)	104	110	111	108 3.78
Till angle (deg)	64	74	70	69 5.03
Angular velocity trunk (deg/s)	159	252	147	186 57.47

III. 결 과

1. 오른발 뒤꿈치 이지시점

<Table 3>은 포환던지기 Glide type 유형의 선수들로 결승 1위, 3위선수와 한국대표선수의 오른발 뒤꿈치 이지시점(RFTO)에서의 운동학적 자료를 나타낸 것이다. 신체중심 수평속도는 남자 포환던지기 결승 1위를 차지한 David. S(GER)는 2.06 m/s를 보였고, 결승 3위를 차지한 Andrei. M는 1.99 m/s를 한국선수(Hwang In Seong)는 2.5 m/s를 보였다. 대상자 평균 2.18 m/s를 나타내 한국선수가 신체중심의 수평속도가 가장 큰 것으로 나타났다. 신체중심의 수직속도는 David. S는 0.38 m/s, Andrei. M는 0.37 m/s, Hwang. I. S는 0.9 m/s를 보였으며, 평균 0.55 m/s를 나타내 신체중심의 수평, 수직속도에서는 한국선수가 상대적으로 더 큰 속도를 나타냈다. 신체중심의 높이는 David. S는 0.84 m, Andrei. M는 0.82 m, Hwang. I. S는 0.96 m를 나타냈으며, 평균 0.87 m를 보였다. 한국선수가 신체중심이 가장 높은 상태에서 턴을 시작하고 있다. 포환의 수직높이는 David. S는 1.27 m, Andrei. M는 1.25 m, Hwang. I. S는 1.38 m를 보였고, 평균 1.3 m를 나타냈으며, 한국선수의 포환의 수직 높이가 가장 높게 나타났다. 포환에 대한 합성속도는 David. S는 4.54 m/s, Andrei. M는 4.35 m/s, Hwang. I. S는 4.77 m/s를 나타냈으며, 평균 4.55 m/s를 보였다. 한국선수의 포환의 합성속도가 가장 큰 것으로 나타났다.

대퇴와 몸통이 이루는 우측 골반에 대한 각도는 David. S는 115°, Andrei. M는 88°, Hwang. I. S는 146°를 나타냈으며, 평

Figure 4. Pelvis, Knee of angle

Table 4. Kinematic characteristics at the (RFTT) event 2

Athlete	David. S	Andrei M	Hwang in seong	M SD
Executive time at Phase 1	0.16	0.1	0.13	0.13 0.03
Vertical height (CM)	0.96	0.96	1.02	0.98 0.03
Ball velocity	10.58	10.18	7.52	9.43 1.66
Ball height	1.74	1.71	1.63	1.69 0.05
Horizantal velocity (CM)	0.98	0.97	2.3	1.42 0.76
Vertical velocity (CM)	1.76	1.79	0.98	1.51 0.46
Right pelvis angle (deg)	166	162	145	158 11.52
Right knee angle (deg)	164	159	132	151 17.21
Till angle (deg)	98	99	72	89 15.3
Angular velocity trunk (deg/s)	180	216	160	185 28.37

균 116°를 보였다. <Figure 4>에서처럼 한국선수의 우측 골반 각도가 가장 크게 신전된 것으로 나타났다. 하퇴와 대퇴가 이루는 우측 무릎관절에 대한 각도는 David. S는 104°, Andrei. M는 110°, Hwang. I. S는 111°를 나타냈으며, 평균 108°를 보였다. 한국선수의 우측 무릎 각도가 가장 크게 신전되었다.

수평축에 대한 상체에 대한 기울임 각도(Till, angle)는 David. S는 64°, Andrei. M는 74°, Hwang. I. S는 70°를 나타냈으며, 평균 69°를 나타냈다. 몸통에 대한 각속도는 David. S는 159 deg/s, Andrei. M 252 deg/s, Hwang. I. S는 147 deg/s를 나타내 결승 3위를 차지한 Andrei. M선수가 턴을 하기전에 몸통에 대한 상대적으로 가장 큰 각속도를 보여주고 있으며, 한국선수가 몸통에 대한 각속도가 가장 작게 나타났다.

2. 오른발 앞꿈치 이지시점

<Table 4>은 포환던지기 Glide type유형의 선수들로 결승 1위, 3위 선수와 한국대표선수의 오른발 앞꿈치 이지시점(RFTT)에서의 운동학적 자료를 나타낸 것이다. 신체중심 수평속도는 남자 포환던지기 결승 1위를 차지한 David. S(GER)는 0.98 m/s를 보였고, 결승 3위를 차지한 Andrei M는 0.97 m/s를 한국선수(Hwang In Seong)는 2.3 m/s를 보였다. 대상자 평균 1.42 m/s를 나타내 한국선수가 신체중심의 수평속도가 가장 큰 것으로 나타났다. 신체중심의 수직속도는 David. S는 1.76 m/s, Andrei. M는 1.79 m/s, Hwang. I. S는 0.98 m/s를 보였으며, 평균 1.51 m/s를 나타내 Andrei. M선수의 신체중심 수직속도가 가장 크게 나타났다. 포환 씨클에서 오른발 뒤꿈치 이지시점에서(RFTO) 오른발 앞꿈치 이지시점(RETT)까지의 Phase 1의 수직속도의 변화는 결승1위를 차지한 David. S는 1.39 m/s의 증가를 보였고, 결승 3위를 차지한 Andrei. M는 1.42 m/s의 수직속도의 증가를 나타냈다. 상대적으로 Hwang. I. S는 0.08 m/s의 증가율을 보여줌으로써 수직속도의 변화는 거의 없는 결과를 보였다. 결승 1위, 3위 선수들은 포환을 글라이드 후 릴리즈 동작으로 전환되는 국면에서 신체중심의 수직 이동속도가 큰 것으로 나타났는데, 이러한 변화는 릴리즈 시 포환속도에 운동량을 크게 전이시킬 수 있는 결과로 볼 수 있다. Phase 1의 소요시간은 David. S는 0.16 s, Andrei. M는 0.1 s, Hwang. I. S는 0.13 s의 글라이드 국면에서의 소요시간을 보였으며, 대상자 평균 0.13 s의 소요시간을 나타냈다.

신체중심의 높이는 David. S는 0.96 m, Andrei. M는 0.96 m, Hwang. I. S는 1.02 m를 나타냈으며, 평균 0.98 m를 보였다. 한국선수가 신체중심이 가장 높은 상태에서 릴리즈 동작으로 전환되고 있는 자세를 보여주고 있으며, Phase 1에서 평균 0.11 m의 상승된 변화를 보였으며, 한국선수의 신체중심 높이가 가장 높게 나타났다. 포환의 수직높이는 David. S는 1.74 m, Andrei. M는 1.71 m, Hwang. I. S는 1.63 m를 보였으며, 평균 1.69 m를 나타냈다. 한국선수의 포환의 수직높이가 가장 낮게 나타났다.

포환에 대한 합성속도는 David. S는 10.58 m/s, Andrei. M는 10.18 m/s, Hwang. I. S는 7.52 m/s를 나타냈으며, 평균 9.43 m/s를 보였다. 상대적으로 한국선수의 포환의 합성속도가 가장 낮게 나타났으며, 결승 1위(3.05 m/s), 3위(2.66 m/s)선수와 포환 합성속도의 차이를 보여주고 있다.

<Figure 5>에서와 같이 신체 중심의 수평속도는 David. S는 0.98 m/s, Andrei. M는 0.97 m/s, H. S는 2.3 m/s를 나타냈으며, 평균 1.42 m/s를 보였다. 신체 중심의 수직속도는 David. S는 1.76 m/s, Andrei. M는 1.79 m/s, Hwang. I. S는 0.98 m/s를 나타냈으며, 평균 1.51 m/s를 보였다. 대퇴와 몸통이 이루는

우측 골반에 대한 각도는 David. S는 166.6°, Andrei. M는 162.4°, Hwang. I. S는 145°를 나타냈으며, 평균 158°를 보였다. Phase 1에서의 골반각의 변화를 살펴보면 1위(52°), 3위(74°)선수는 신전된 상승각의 결과를 보이고 있으나 한국선수는 상대적으로 각의 변화가(1°) 거의 없는 결과를 나타냈다. 하퇴와 대퇴가 이루는 우측 무릎관절에 대한 각도는 David. S는 164°, Andrei. M는 159°, Hwang. I. S는 132°를 보였으며, 평균 151.6°를 나타냈으며, 1위(60°)선수와 3위(49°)선수는 무릎각이 신전된 상승각의 결과를 보였다. 한국선수는 상대적으로 상승각의 변화가 적은(21°)결과를 보였다.

수평축에 대한 상체에 대한 기울임 각은(Till, angle)는 David. S는 98°, Andrei. M는 99°, Hwang. I. S는 72°를 보였으며, 평균 89°를 나타냈다. 몸통에 대한 각속도는 David. S는 180 deg/s, Andrei. M는 216 deg/s, Hwang. I. S는 160 deg/s를 나타내 결승 2위를 차지한 Andrei. M 선수가 몸통에 대한 상대적으로 가장 큰 각속도를 보여주고 있다.

Figure 5. Horizontal, Vertical of velocity

3. 릴리즈 시점

<Table 5>은 포환던지기 Glide type 유형의 선수들로 결승 1위, 3위 한국대표수의 릴리즈 시 운동학적 자료를 나타낸 것이다. 신체중심 수평속도는 남자 포환던지기 결승 1위를 차지한 David. S(GER)는 1.18 m/s를 보였고, 결승 3위를 차지한 Andrei M는 1.38 m/s를 한국선수(Hwang In Seong)는 1.41 m/s를 보였다. 대상자 평균 1.33 m/s를 나타내 한국선수가 신체중심의 수평속도가 가장 큰 것으로 나타났다. 신체중심의 수직속도는 David. S는 1.03 m/s, Andrei. M는 1.22 m/s, Hwang. I. S는 0.92 m/s를 보였으며, 평균 1.06 m/s를 나타내 Andrei. M 선수의 신체중심의 수직속도가 가장 큰 것으로 나타났다. 상대적으로 한국선수의 수직속도가 가장 낮은 것을 볼 수 있다. 포환 씨클에서 오른발 앞꿈치 이지시점에서(RETT) 릴

Table 5. Kinematic characteristics at the release event 3

Athlete	David. S	Andrei M	Hwang in seong	M SD
Executive time at Phase 2	0.08	0.06	0.08	0.56 0.01
Vertical height(CM)	1.05	1.02	1.07	1.05 0.02
release velocity (m/s)	13.96	13.37	11.93	13.09 1.04
release height (m)	2.27	2.2	2.09	2.19 0.09
release angle (deg)	37.2	35.7	33.6	35.5 1.8
Horizontal velocity(CM)	1.18	1.38	1.41	1.32
Vertical velocity(CM)	1.03	1.22	0.92	1.06
Right pelvis angle (deg)	169.2	152	149	156 10.9
Right knee angle (deg)	153	148	136	145 8.73
Till angle (deg)	102	105	92	99 6.8
Angular velocity pelvis (deg/s)	399	312	280	330 61.58
Angular velocity shoulder (deg/s)	830	830	739	799 52.53
Angular velocity trunk (deg/s)	132	127	118	126.3 7.16

리즈까지의 Phase 2의 수직속도의 변화는 결승1위를 차지한 David. S는 0.73 m/s의 감소를 보였고, 결승 3위를 차지한 Andrei. M는 0.57 m/s의 수직속도의 감소를 나타냈다. 결승1위, 3위 선수가 감소된 결과와는 반대로 Hwang. I. S는 0.43 m/s의 증가율을 보여줌으로써 글라이드 후 릴리즈 동작으로 전환될 때 수직속도의 크기가 상대적으로 세계적인 선수보다는 적게 나타난 것을 볼 수 있다. 신체중심의 높이는 David. S는 1.05 m, Andrei. M는 1.02 m, Hwang. I. S는 1.07 m를 나타냈으며, 평균 1.05 m를 보였다. 한국선수가 신체중심이 가장 높은 상태에서 릴리즈 동작이 이루어지고 있음을 알 수 있다. Phase2에서는 David. S는 0.09 m, Andrei. M는 0.06 m, Hwang. I. S는 0.05 m의 상승된 신체중심의 높이를 보였다.

릴리즈 시 수직높이는 David. S는 2.27 m, Andrei. M는 2.2 m, Hwang. I. S는 2.09 m를 나타냈으며, 평균 2.19 m를 보였다. 한국선수의 릴리즈 시 수직높이가 가장 낮게 나타났다. 릴리즈 시 투사속도는 실제 포환던지기 기록에 가장 큰 영향을 미치는 속도변인으로 작용할 수 있는데, David. S는 13.96 m/s, Andrei. M는 13.37 m, Hwang. I. S는 11.93 m/s를 보였으며, 평균 13.09 m/s를 나타냈다. 상대적으로 한국선수의 릴리즈 시 속도는 David. S(2.03 m/s), Andrei. M(1.47 m/s)선수와 많은 차이를 보였으며 <Figure 6>에서와 같이 대체적으로 결승 1위

David. S선수가 포환던지기 동작을 수행하는 동안에 속도가 큰 것을 볼 수 있다.

릴리즈 시 투사각도는 David. S는 37° , Andrei. M는 35° , HS는 33° 를 보였으며, 평균 33° 를 나타냈다. 상대적으로 Hwang. I. S의 릴리즈 시 투사각도는 1위(4°), 3위(2°)선수보다 투사각이 낮은 차이를 보였다.

대퇴와 몸통이 이루는 우측 골반에 대한 각도는 David. S는 169° , Andrei. M는 152° , Hwang. I. S는 149° 를 보였으며, 평균 156° 를 나타냈으며, Phase 2에서의 골반각의 변화는 1위(2°)는 상승된 변화를 보였고, 3위(14°)는 각이 감소된 결과를 보였다. Hwang. I. S는 4° 의 상승된 결과를 보였지만 상대적으로 세계적인 선수들이 글라이드 후 릴리즈 동작으로 전환될 때, 골반 관절의 신전된 각의 크기보다는 약 $15\text{--}20^\circ$ 가 적은 것으로 나타났다. 하퇴와 대퇴가 이루는 우측 무릎관절에 대한 각도는 David. S는 153° , Andrei. M는 148° , HS는 136° 를 보였고, 평균 145° 를 나타냈으며, 한국선수는 세계적인 선수보다 상대적으로 신전된 각이 적은 결과를 보였다.

수평축에 대한 상체에 대한 기울임 각도(Till, angle)는 David. S는 102° , Andrei. M는 105° , Hwang. I. S는 92° 를 나타냈으며, 평균 99° 를 나타냈다. 몸통에 대한 각속도는 David. S는 132 deg/s , Andrei. M는 127 deg/s , Hwang. I. S는 118 deg/s 를 보였으며, 평균 126 deg/s 를 나타냈다. 결승 1위를 차지한 David. S선수가 몸통에 대한 상대적으로 가장 큰 각속도를 나타냈다.

어깨 관절에 대한 각속도는 David. S는 830 deg/s , Andrei. M는 830 deg/s , Hwang. I. S는 739 deg/s 를 보였으며, 평균 799 deg/s 를 나타냈다.

상대적으로 한국선수의 어깨 관절의 각속도는 세계적인 선수에 비해서 각속도가 적은 것을 볼 수 있다.

골반에 대한 각속도는 David. S는 399 deg/s , Andrei. M는 312 deg/s , Hwang. I. S는 280 deg/s 를 보였으며, 평균 330 deg/s 를 나타냈다.

상대적으로 한국선수의 골반에 대한 각속도는 세계적인 선수에 비해서 각속도가 적은 것으로 나타났다.

Phase 2의 소요시간은 David, S는 0.08 s , Andrei. M는 0.06 s , Hwang. I. S는 0.08 s 의 릴리즈 국면에서의 소요시간을 보였으며, 대상자 평균 0.31 s 의 소요시간을 나타냈다.

IV. 논 의

포환던지기 남자 세계기록은 23.12 m 로 Randy Barnes(USA, 1990)에 의해서 기록이 수립되었으며, 아시아 기록은 21.13 m

Figure 6. Ball, Release of velocity

로 2009년 도하에서 Sultan Abdulmajeed Alhabashi(KZA)선수가 세운기록이다. 한국기록은 18.86 m 황인성 선수에 의해서 2010년 세워졌다. 이처럼 세계적인 선수들과 포환던지기 기록은 많은 차이를 보여주고 있다. 본 연구는 2011년 대구 세계육상선수권대회에서 Glide type형 결승 1, 3위 선수와 한국선수의 운동학적 비교 분석을 통한 기술지도의 방향을 제시하고자 수행되었다.

포환던지기는 글라이드 국면과 릴리버리 국면의 연속동작을 통해 릴리즈 순간의 투사높이, 투사각, 그리고 투사속도가 중요한 요인으로 작용하고 있다(Ariel, Penny, Probe, Buijs, R, Simonsen, Finch, & Judge, 2004; Hubbard, Mestre & Scott, 2001). 글라이드 시점(Event 1)에서의 운동학적 변인을 살펴보면 신체중심의 수직높이 변화는 한국선수의 높이가 결승 1위 (0.12 m), 3위선수(0.14 m)보다 높게 형성된 상태에서 글라이드 동작이 이루어졌으며, Phase 1에서 릴리버리 국면으로 전환될 때, 수직높이 변화는 0.05 m 로 거의 차이가 없는 결과를 보였다. 한국선수는 글라이드 시 현재보다 신체중심 높이를 낮춘 상태에서 동작을 수행하여야 수직속도의 향상을 가져올 수 있으리라 사료된다. 위의 결과와 관련하여 우측 골반관절, 무릎관절의 각의 변화도 한국선수는 결승 1위, 3위 선수에 비해서 지나치게 신전된 각이 큰 상태에서 동작이 시작되는 것으로 볼 수 있다. 굴곡된 관절에서 신전동작으로 전환하면서 각속도를 크게하고 회전력을 얻기위한 동작으로 운동량을 크게하기 위해서는 부정적인 영향을 초래할 수 있기 때문에 상체의 전방회전을 글라이드 국면에서 미리 일어나지 않도록 지도해야 한다.

몸통에 대한 각속도는 릴리즈로 전환할 때, 회전성분력으로 볼 수 있는데, 한국대표선수가 가장 속도가 적은 것으로 나타났다. 릴리버리 시점(Event 2)에서의 운동학적 변인을 살펴보면 신체중심의 높이는 한국선수가 가장 높게 형성되었으며, 각도 요인은 골반, 무릎관절에서 한국선수는 가장 작게 신전된 변화를 보였다. 오른발 뒤꿈치가 이지되는 순간부터 오른발 앞꿈치

가 이직되는 시점까지의(Phase 1) 골반각의 상승변화는 1위(42°), 3위(74°)의 결과를 보였지만 한국선수(1°)는 거의 차이가 없는 결과를 보였다. 한국선수는 신체중심의 높이는 1위, 3위 선수에 비해서 높고 Phase 1에서 골반각의 변화는 없는 비효율적인 자세를 수행하고 있다. 즉 신체중심 이동, 하지관절의 굴곡 신전에 의한 근수축작용에 의한 운동량을 크게 할 수 없는 자세를 갖고 있다고 할 수 있다. 무릎각의 상승변화도 한국선수가 가장 적게 나타났다. 릴리즈 시점(Evtnt 3)에서의 운동학적 변인을 살펴보면 2011년 대구 세계육상 선수권대회 포환던지기 우승기록은 21.78 m를 세웠다. 결승진출 8명의 평균기록은 21.13 m를 나타냈다. 한국선수(Hwang. I. S)는 17.75 m의 기록을 나타내 무려 4.03 m의 많은 차이를 보였다. 포환던지기는 중심을 낮추고 빠른 글라이드 동작을 통한 운동량을 전달하고, 무릎의 신전과 상,하체의 빠른 회전동작을 통한 상체를 전방으로 밀어내면서 최대한 포환에 운동량을 증가시켜 투사거리를 증가시키는 경기로 이루어진다(Jeong, 2004, Ryu et al, 2011).

포환던지기 세계육상선수권대회에서의 메달획득을 위해서는 21 m 이상의 포환을 던져야 하며, 13.5 m/s의 릴리즈 시 투사속도가 필요하다고 보고가 되었는데(Ariel et al, 2004; Young, 2009 Luthanen, 1998), 2007년 오사카 세계대회에서는 13.85 m/s의 결승3위까지의 선수들의 릴리즈 시 투사속도를 보였고, 2009년 베를린 세계대회에서는 결승에 진출한 8명의 선수의 평균 릴리즈 시 투사속도는 13.8 m/s의 속도를 나타냈다.

위의 결과에서 추론해 볼 때, 릴리즈 시 투사속도는 포환에 기록에 절대적인 영향을 미치는데(Lee, 2011; Jeong, 2004), 본 연구에서는 결승1위를 차지한 David. S선수는 13.96 m/s를 나타냈고, 결승3위를 차지한 Andrei. M 선수는 13.37 m/s를 보였다. Hwang. I. S는 11.93 m/s를 나타내 세계적인 선수들 1위(2.03 m/s), 3위(1.44 m/s)와 많은 차이를 보이고 있다. 릴리즈 시 속도와 포환의 투사거리에는 상관관계가 있음을 본 연구결과를 통해서 알 수 있다. 본 대회에 출전한 결승진출 8명에 대한 릴리즈 시 평균속도는 13.25 m/s를 보였다. 2009 베를린 세계육상선수권대회의 결승에 참가한 글라이드 스타일 선수들의 결과를 비교하면 2위(Majewski. T, POL)는 13.8 m/s, 3위(Bartels, R, GER)는 14 m/s의 릴리즈 시 투사속도를 나타냈다(Korean Society of Sport Biomechanics, 2011). 한국선수는 11.93 m/s를 나타내 세계적인 선수들 1위(2.03 m/s), 3위(1.44 m/s)와 많은 차이를 보이고 있다. 한국대표선수를 분석한 Ryu et al.(2011)의 연구에 의하면 릴리즈시 평균속도는 12.74 m/s를 보였다.

2007년 오사카 세계육상선수권대회의 결승에 참가한 글라이드 스타일 선수들의 결과를 비교하면 결승3위를 차지한(Andrei, M, BLR)는 13.44 m/s의 릴리즈 시 투사속도를 보였다(Korean Society of Sport Biomechanics, 2011).

본 연구에서는 한국대표선수가 1.22 m/s의 감소된 속도를 보였는데, 이는 포환던지기 기록에서 본인기록(18.86 m)을 수립하지 못한 결과의 원인으로 볼 수 있다. 위의 결과로 추론해 볼 때, 릴리즈 시 투사속도는 포환던지기 기록과는 연관성이 매우 크다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있으며, 세계적인 선수에 비해 한국선수는 근력과 파워에서 보강을 해야 할 것으로 판단되며, 이를 통한 투사속도 증가가 필요하다.

투사속도에 영향을 주는 요인은 릴리즈 시 몸통, 어깨, 골반 각속도와 팔의 신전력에 영향을 받는다(Young, 2000; Ryu et al, 2011; Tukr, M; 1997). 몸통의 각속도는 David. S 선수는 132 deg/s를 나타내 Hwang. I. S는 118 deg/s와 많은 차이를 보이고 있다. 한국선수는 릴리즈 순간에 몸통의 회전으로 인한 각속도를 더 증가시켜야 할 것이다. 릴리즈 시 어깨라인의 회전속도는 글라이드 후 릴리즈로 전환될 때, 좌측으로 180°정도 회전하면서 속도의 가속변화가 생기는데 1,3위 선수는 830 deg/s의 각속도를 나타냈다. Turn기술을 사용하는 Dylan Armstrong(CAN) 선수는 상대적으로 어깨 라인의 각속도가 크게(965 deg/s)나타냈는데, 준비자세에서부터 회전을 이용한 릴리즈를 실시하기 때문에 상대적으로 글라이드 스타일의 선수에 비해서 속도의 변화가 크게 나타난 것으로 사료된다. 결승진출 8명의 평균속도는 922 deg/s를 나타내 2009년 베를린 대회보다 평균 63 deg/s의 각속도가 큰 것으로 나타났다. Hwang. I. S는 739 deg/s를 나타내 세계적인 선수들과 많은 차이를 보여주고 있다. 2009년 베를린 대회에서는 2위선수 M, T는 708 deg/s, 3위선수 B, R는 734 deg/s를 나타냈으며, 턴 기술을 사용하는 1위선수(Cantwell, C, USA)는 1007 deg/s의 어깨라인의 각속도를 보였다.

Hubband et al.(2001)은 투사속력과 투사거리가 다른 투사 조건들과의 종속성을 연구한 결과, 투사높이 증가당(1 m) 1.3 m 증가한다고 보고하였다. 포환던지기 신체조건중 신장이 클수록 유리한 것처럼 투사높이와의 기록과의 상관관계가 있다고 볼 수 있다. 본 연구에 나타난 투사높이는 David. S(2.27 m), Andrei. M(2.2 m), H.S(2.01 m)를 보였으며, 결승진출 평균 2.1 m의 투사높이를 보였다. 2009년 베를린대회에 참가한 글라이드 스타일의 선수들의 투사높이는 2위(2.43 m), 3위(2.12 m)를 나타냈으며, 결승진출자 평균 2.24 m의 투사높이를 보였다. 2007년 오사카대회에서는 글라이드 스타일의 선수(3위)는 2.35 m의 투사높이를 보였다.

Turk, M.(1997)은 엘리트 선수의 투사각을 연구한 결과 42°보다 상당히 적으며 심지어는 30°보다 낮은 경우도 있다고 보고가 되었는데, 본 연구에 나타난 투사각은 D.S는 37.2°, A.M은 35.7°, H.S는 33.6°를 보였다. 한국선수의 투사각이 가장 낮은 것을 알 수 있다. 본 대회 결승진출자 평균 34.68°의 투사각을 나타내고 있다. 2007년 오사카 대회에서는 3위선수(38.1°)의 각

을 보였고, 결승 진출 평균 34.5°의 투사각을 보였다. 2009년 베를린 대회에서는 2위선수(39.3°), 3위선수(33.6°)의 투사각을 보였으며, 결승참가자 8명은 평균 36°의 투사각을 나타냈다.

릴리즈 시 각도요인을 살펴보면 대퇴와 하퇴가 이루는 골반각은 1위(169°), 3위(152°), 한국선수(149°)의 각을 나타냈는데, 릴리즈 순간에서 무릎, 골반각을 최대한 신전시켜 투사높이를 증가시키고 포환에 더 큰 투사속도를 전달하기 위해서는 한국 선수는 현재보다 골반각의 크기를 증가시켜야 할 것이다. 또한 무릎관절의 신전된 각의 상승변화를 주어야 할 것이다. 상체 기울기 각(Till angle)의 변화를 보면 David. S는 12°의 후경자세를 보였고, Andrei. M는 15°의 후경 각을 보였고 H.S는 2°의 후경 각을 나타냈는데, 결승1, 3위선수와 한국선수의 릴리즈 시 상체의 기울기각의 차이는 릴리즈 시 투사각의 차이에서 한국 선수가 투사각이 낮게 나타난 변인으로 볼 수 있다. 한국대표 선수를 분석한 Ryu et al.(2011)의 연구에서는 평균 5.6°의 후경각을 나타내 본 연구에서 분석한 릴리즈 시 후경각의 크기가 더 큰 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 2011년 대구세계육상 선수권대회에 남자 포환던지기 글라이드 유형의 결승 1위, 3위를 차지한 세계적인 선수와 한국대표선수를 글라이드 동작과 릴리즈 동작을 실제 경기 상황에서 분석하였다. 글라이드 동작에서는 한국대표선수는 신체중심의 높이, 포환의 높이가 상대적으로 높게 형성되었으며, 골반, 무릎각이 상대적으로 더 크게 신전된 각을 형성하면서 글라이드 동작을 실시하고 있는 것으로 나타났다. 릴리즈 국면으로 전환되는 릴리버리 국면에서는 한국선수는 신체중심의 수직속도, 볼속도가 작은 것으로 나타났으며, 몸통의 각속도가 작게 형성되면서 릴리즈국면으로 전환되었다. 릴리즈 시 투사속도, 신체중심의 수직속도에서 한국선수와 많은 차이를 보였으며, 릴리즈 순간의 회전성분력인 각속도(몸통, 골반, 어깨라인)에서도 세계적인 선수들에서 각속도가 높게 형성되었다. 릴리즈 시 골반, 무릎 각에서도 한국선수들이 완전하게 신전되지 못한 각을 보여줌으로써 수직속도 감소에 영향을 줄 수 있는 결과라 할 수 있다. 투사높이, 투사각에서 한국대표선수는 전반적으로 낮은 각을 보임에 따라 몸통과, 던지는 팔, 그리고 하지의 강한 근파워의 향상이 요구되는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Ariel, G., Penny, A., Probe, J., Buijs, R., Simonsen, E., Finch, A., & Judge, L. (2004). *Biomechanical analysis of the shot-put event at the 2004 Athens olympic games*. retrieved February 19.
- Byun, K. O., Fujii, H., Murakami, M., Endo, K., Takesako, H., Gomi, K., & Tauchi, K. (2008). A biomechanical analysis of the men's shot put at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 2, 53-62.
- Hubbard, M., Mestre, N., & Scott, J. (2001). Dependence of release variable in the shot put. *Journal of Biomechanics*, 34, 449-456.
- Jeong, B. Y. (2004). Kinematic analysis of the shot putting motion. *Journal of Korean Sport Physical Education*, 9(2), 273-284.
- Kim, T. E. (2003). An Experimental Research on the Tepe of Glide in the Short-Put of the Records. Unpublished doctoral, Korea National University of Education, Korea.
- Korean Society of Sport Biomechanics (2011). KSSB Biomechanics research project in the *IAAF world championships Daegu Workshop*, 103-184.
- Lee, J. H. (2002). Kinematic Analysis of Shot-putting in the Male National Shot-putters, *The Korean Journal of School Physical Education*, 12(2), 85-92.
- Lee, J. H. (2002). Kinematic analysis of the shot-putting in the male national shot-putters. *The Korea Institute of Sports Science*, Winter issue 34-42.
- Luthanen, P. (1998). *A Preliminary study of rotational shot put technique. symposium of the international society of biomechanics in sports*, kostanz, Germany, ISBS.
- plagenhoef, S., Evans, G. F., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(2), 169-178.
- Ryu, J. S., Pak, J. M., & Kim, T. S. (2011). The kinematic difference according to success and failure of shot putting, *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(2), 161-171.
- Turk, M. (1997). Building a technical model for the shot put *track coach*, 141, 4489-4499.
- Young, M., & Li, L. (2005). Development of critical parameters among elite female shot putters. *Sports Biomechanics*, 4(2), 131-148.
- Young, M. (2009). Development and application of an optimization model for elite level shot putting. unpublished doctoral dissertation, *Physical Medicine and Rehabilitation*, 32, 67-77.