



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

우수선수와 일반선수 포환던지기 동작의
운동학적 비교분석

지도교수 류재청

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

문송희

2010年 8月

<국문초록>

우수선수와 일반선수 포환던지기 동작의
운동학적 비교분석

문송희

제주대학교 교육대학원

체육교육전공

지도교수 류 재 청

본 연구는 국가대표 경력이 있는 우수선수 1명과 2년 이상의 포환던지기 경력을 가진 일반선수 3명을 대상으로 선정하였고, 포환던지기 오브라이언식 투법 동작을 준비자세 부터 리버스 동작까지 각 국면별 소요시간, 신체중심위치, 신체중심속도, 상지분절과 하지분절의 각운동 변인, 동체의 전후경각을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 국면별 시간변인

각 국면별 소요시간은 Gliding> Throwing> Reverse 순으로 나타났으며, 보폭의 길이에서는 우수선수가 일반선수에 비해 R-foot은 짧게 하고 L-foot은 길게 하여 가능한 긴 거리에 힘을 작용시켜 kicking 하는 발이 호핑(hopping)이 되지 않고 포환이 상하로 운동을 하게 되는 불필요한 동작을 하지 않는 것으로 나타났다.

2. 각 국면별 선운동 변인

신체중심위치의 수직변화는 우수선수가 일반선수 보다 신체중심을 낮게 유지하다가 Throwing 국면

에서는 신체중심을 더 높게 하는 것으로 나타났고, 수평속도변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 일반선수보다 느리게 나타났지만 이 후 Throwing 국면에서는 더 빠르게 하는 것으로 나타났다.

3. 각 국면별 각운동 변인

1) 동체분절의 각변위

R-elbow, R-shoulder 모두 우수선수가 일반선수에 비해 투사 시 더욱 크게 신전 시키는 것으로 나타났고 하지관절 각도변화는 Gliding 국면에서 R-hip, R-knee, R-ankle 모두 우수선수가 일반선수에 비해 작은 각을 유지하는 것으로 나타났다.

2) 동체의 전후경각

포환던지기 오브라이언식 투법 시 동체의 전후경각은 우수선수에 비해 일반선수가 동체에서의 굴곡이 더 두드러지는 것으로 나타났다.

위와 같이 결론을 종합해 볼 때, Gliding 국면에서 보폭의 길이는 1:2 비율인 오른발은 짧게, 왼발은 길게 하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났으며, 신체중심위치와 하지관절의 R-hip, R-knee, R-ankle 의 각은 모두 작게 유지하다가 더 높게 하여 Throwing 국면으로 전환할 때 상지관절을 빠르게 신전시키면서 동체를 전방으로 밀어주는 동작이 포환던지기 기록향상에 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 연구문제	3
4. 용어의 정리	4
II. 이론적 배경	6
1. 포환던지기의 기원	6
2. 포환던지기의 특성	6
3. 포환던지기의 적합한 신체조건	7
1) 체격	7
2) 체력	7
4. 포환던지기의 기본 기술	7
1) 포환 쥐는 법	7
2) 준비자세(Ready)	8
3) 글라이드(Glide) 방법	8
4) 던지기(Throw)	8
5) 리버스(Reverse)	8
5. 포환던지기의 기술 분석	8
6. 선행연구	11
III. 연구방법	13
1. 연구대상	13

2. 실험도구	13
3. 실험절차	15
4. 인체 관절점의 좌표화 및 자료 분석 절차	16
1) 인체 관절점의 좌표화	16
2) 3차원 좌표의 계산	17
5. 이벤트 및 분석국면	18
1) 이벤트(Event)	18
2) 분석국면(Phase)	18
6. 통계처리	19
IV. 연구결과	20
1. 포환던지기 동작의 시간변인	20
2. 포환던지기 동작의 선운동 변인	22
1) 신체중심 위치변화	22
2) 신체중심 속도변화	25
3. 포환던지기 동작의 각운동 변인	27
1) 상지분절의 각변위	27
2) 하지분절의 각변위	30
3) 동체의 전후경각	33
V. 논의	35
1. 포환던지기 동작의 시간변인	35
2. 포환던지기 동작의 선운동 변인	36
1) 신체중심 위치변화	36
2) 신체중심 속도변화	36
3. 포환던지기 동작의 각운동 변인	37
1) 상지관절의 각도변화	37

2) 하지관절의 각도변화	37
3) 동체의 전후경각	38
V. 결론	39
참고문헌	41
Abstract	43



표 차례

표 1. 피험자의 특성	13
표 2. 실험도구	14
표 3. 인체 관절점과 디지털타이징 순서	16
표 4. 각 국면별 총소요시간(frame, sec)	20
표 5. 국면별 평균 신체중심위치변화(cm)	23
표 6. 이벤트별 평균 신체중심위치변화(cm)	23
표 7. 국면별 평균 신체중심속도변화(cm/sec)	25
표 8. 각 국면별 상지분절의 각변위(deg)	28
표 9. 각 이벤트별 상지분절의 각변위(deg)	28
표 10. 각 국면별 하지분절의 각변위(deg)	31
표 11. 각 이벤트별 하지분절의 각변위(deg)	31
표 12. 각 국면별 동체의 전후경각(deg)	33
표 13. 각 이벤트별 동체의 전후경각(deg)	33

그림 차례

그림 1. 포환던지기 오브라이언식 투척방법	8
그림 2. 실험장비 배치도	15
그림 3. 마커부착위치	17
그림 4. 이벤트 및 분석국면	19
그림 5. 포환던지기 동작의 국면별 총소요시간	21
그림 6. 각 국면별 보폭길이	21
그림 7. 각 국면별 신체중심위치변화	24
그림 8. 각 국면별 신체중심속도변화	26
그림 9. 상지분절의 각변위	29
그림 10. 하지분절의 각변위	32
그림 11. 동체의 전후경각	34

I. 서론

1. 연구의 필요성

인류의 역사와 더불어 발전해온 포환던지기는 던지기라고는 하지만 ‘던지기(throwing)라고 하기보다 ‘밀어내기(putting)’라 할 수 있다. 박찬희(1988), 권오금(1986)은 투원반과 투창과는 달리 팔꿈치가 포환의 위치보다 앞으로 나와서는 안 된다는 의미에서 볼 때 던지기가 아니고 밀기였다는 것을 정의하고 있다.

포환던지기는 용구가 무겁고 한정된 좁은 서클 안에서 밀어내어 던지는 종목으로서 1904년 샌트루이스 올림픽대회 때부터 육상경기의 세부종목으로 채택되었다(박찬희 등, 2001). 선수 개개인의 스텝과 힘, 신체의 균형을 이용하여 포환을 던져 수평방향으로 최대한의 직선거리를 얻도록 하는 투사체 경기이며(이종훈, 2002), 걷고 달리고 뛰는 운동과는 달리 신체기관의 모든 능력을 최대로 발휘하여 멀리 던지는 경기로서 큰 체격과 의지력 등을 필요로 하는 운동 기술이다(남상남 등, 2003).

초기 기록보유자들은 주로 특정한 기술이 없고 근력만을 가지고 시도하여 수십 년 동안 정체상태에 있었으나, Parry O'Brien이 직선식(Linear) 기술인 글라이드(Glide)를 구사하면서 기술향상을 가져온 포환던지기 글라이드는 신체의 수평 속도를 순간적으로 가속시켜 신체의 운동량을 포환에 연결시키는 동작으로 글라이딩에서 얻은 신체의 운동량은 지면에 착지되면서 허리 비틀림의 탄성으로 연결되어야 하고, 연속적인 동작은 허리의 탄성에 의해 상체를 전방으로 밀어내는 동작으로 이어져야 한다(이순호, 2002).

포환을 좀 더 멀리 던지는 데에는 우선 체격적인 면을 배제하고 역학적인 면을 볼 때 궁극적으로 세 가지 요인, 즉 투사속도(The velocity of release), 투사각도(The angle of release), 투사높이(The height of release)로 나눌 수 있다(강주혁, 2003). 던지기 동작에 관여하는 각 신체 분절의 협응 능력이 최대가 될 때 경기 기록을 높일 수 있으므로(백승일, 1983), 포환던지기의 경기력 향상을 위해 이들 요인에 대한 과학적인 분석과 연구가 선행되어야 할 것이다.

현재 국내에서는 대부분의 선수들이 포환던지기 경기에서 오브라이언식 투법으로 던지고 있으나 세계적으로 우수한 선수들은 도르크식 투법을 많이 사용하고 있으며 턴식투법을 사용하는 선수들은 아직 우수한 경기 기록을 나타내지 못하고 있다(김상구 등, 1985). 각 투법은 고유한 선수들의 체력과 체격 요건에 적합한 장·단점이 있을 것으로 사료되나 아직까지 이에 대한 어떠한 시사점이 없는 상황에 있

다. 즉 포환던지기 동작을 효율적으로 수행하기 위해서 기술동작을 역학적으로 분석하는 것이 우선적으로 요구된다.

이러한 연구에 대한 선행 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 포환던지기의 글라이드 형태별 지면반력 비교(김규완 등, 2004), 남자 포환던지기동작의 운동학적 분석(이종훈, 2002), 포환던지기 Glied동작에서 상·하지 분절 협응성의 운동학적 분석에 관한 연구(이호정, 1993), 우수선수와 비우수선수의 투포환 동작에 대한 운동학적 비교분석(노하래, 2001), 포환던지기 동작의 생체역학적 분석(이해체, 1989), 육상 포환던지기 경기 중 최고기록 발현시기에 대한 연구(오봉석, 2001)등을 들 수 있다.

위 연구들과 같이 김상구 등(1985)은 포환던지기 동작 분석과 훈련방법에 관한 연구에서 글라이드 발을 지면에 가깝게 하여 몸 아래로 끌어들여야 하는데 호핑(hopping)이 되어 포환이 상하로 운동을 하게 되면서 포환의 수평속도를 감속하게 되고 글라이드 다리나 발의 근력에 부담을 주어 필요 이상의 에너지가 소모된다고 하였다. 또한 Dyson(1977)의 연구에 의하면 효과적인 투척기술은 글라이드를 통해 얻어진 스피드를 이용하여 가능한 한 긴 거리에 힘을 작용시켜야 하며 작용시간을 길게 해야 한다고 보고하였고, Hay(1973)는 초속도와 투사각에 대한 연구를 실시하여 어느 높이에서나 빠른 초속도와 높은 투사점이 최대의 거리를 얻는데 유리하다고 하였다(홍순모 등, 1987).

포환던지기의 대한 연구는 국내·외에서 많이 이루어지고 있으나 대부분 연구들이 우수선수를 대상으로 치중하였고, 일반선수들을 대상으로 비교되어진 바가 부족하여 초보자들을 지도하는데 많은 어려움이 있으며, 아직 우리 동양인들에게는 체격 및 체력조건의 열세를 극복하지 못하고 있는 실정이므로 이런 불리함을 최소화하기 위해서 다양한 연구가 절실하며, 우리나라 선수들이 우수한 경기력을 나타내기 위해서는 계획적인 훈련과 과학적인 기술 분석 및 지도가 매우 시급한 중목이다.

따라서 우수선수와 일반선수의 포환던지기 동작 분석을 통하여 국면별 소요시간, 선운동변인, 각운동변인을 비교분석함으로써 적합한 글라이드 거리를 유도하고 앞으로 이 최적 거리를 사용함으로써 경기력 증대를 꾀하며, 선수와 지도자가 포환던지기 기술의 내용과 그 기전을 정확하게 이해하여 실전에 활용할 수 있는 자료 및 경기력 향상을 통한 흥미를 유도하려는데 있다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 우수 선수와 일반 선수간의 포환던지기 오브라이언식 투법 동작을 3차원 영상 비교분석 후 기록에 영향을 미치는 운동학적 변인을 규명하여 지도자 및 학교 체육 교사들이 포환던지기의 경기력 향상을 위한 자료를 제공하는데 있다.

3. 연구문제

1) 운동학적 변인

(1) 시간 변인

- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지의 국면별 보폭의 길이와 소요시간

(2) 선운동 변인

- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지의 국면별 신체중심위치변화
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지의 이벤트별 신체중심위치변화
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지의 국면별 신체중심속도변화

(3) 각운동 변인

- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 국면별 상지관절의 각변위
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 이벤트별 상지관절의 각변위
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 국면별 하지관절의 각변위
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 이벤트별 하지관절의 각변위
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 국면별 동체의 전후경각
- 포환던지기 오브라이언식 투법 시 준비동작 부터 리버스까지 이벤트별 동체의 전후경각

4. 용어의 정리

1) 포환 : 포환은 견고한 철구 황동구, 황동보다 유연하지 않은 금속구, 또는 속은 납이며 구상형이고 표면은 거칠지 않고 끝머리가 매끈해야 한다. 포환의 무게는 부별로 다르다(남초 2.75kg, 여초 2kg, 남중 4kg, 여중 2.75kg, 남고 6kg, 여고 4kg, 남일 7.257kg, 여일 4kg).

2) 포환 들기 : 손가락을 자연스럽게 벌리고 집게, 가운데, 약손가락을 약간 벌려 그 위에 놓는다. 엄지손가락과 새끼손가락으로 포환의 옆 부분을 가볍게 잡고 손목을 뒤로 젖혀 포환이 손바닥 전체에 닿지 않도록 한다.

3) 포환의 위치 : 포환이 턱 아래쪽과 어깨에 가볍게 닿도록 하여 손목은 뒤로 젖히고 팔꿈치는 포환의 위치보다 앞으로 나오지 않도록 한다.

4) 포환 circle : 씨클 내측 지름은 2.135m(± 5 mm)와 테두리 두께 6mm의 백색 페인트로 표시되어있고, 씨클 양쪽에는 금속테두리 상단부분으로부터 75cm길이에 너비 5cm와 씨클 안쪽은 콘크리트바닥으로 미끄럽지 않은 재질로 만들어지며, 이 내부의 표면은 수평으로 씨클 테의 상단보다 1.4~2.6cm 낮게 한다.

5) 글라이드(glide) : Circle 안에서 자신이 던지고자 하는 반대방향으로 향하여 선 후 오른쪽 무릎은 약 90도에 가깝게 굽히고 허리를 굽혀 지면과 거의 평행하도록 자세를 취하고 모든 체중을 자신의 오른발(오른손잡이인 경우)에 실어놓고 왼발은 던지고자 하는 방향으로 강하게 kicking을 해 주면서 오른발을 밀어주는데 이 때 오른쪽 무릎각은 약 130도 정도로 둔다.

6) 던지기(throw) : Gliding 후 오른발과 무릎을 던지는 방향으로 빠르게 회전시켜 던지는 방향으로 시선을 두며 투척각도는 약 42도로 포환을 밀어 던져 투사 후 손가락은 바깥쪽을 가르킨다. 포환이 선수의 손에서 떠나기 전에 투사체의 속력을 늦추게 하려는 힘(중력)과 발이 착지하는 순간에 선수와 씨클의 지면 사이에 마찰 때문에 힘의 작용에 있어서 지나치게 지연해서는 안 되며, 비틀려 있는 허리를 빠르게 던지는 방향으로 펴느냐에 따라 힘이 상체에 이어지므로 우측어깨와 팔과 손가락으로 전달되어 포환을 밀어 던지게 된다.

7) 리버스(Reverse) : 포환이 손에서 떨어져 나가 플로스루(Follow-Through)되는 즉시 다른 발과 바꿔 디디면서 균형을 잡고 몸의 전진 스피드를 멈추게 함으로써 씨클 밖의 파울라인(stopboard)으로 몸이 나가지 않도록 하여 파울을 예방하는 동작이다.

8) 발막음재(stopboard) : 발막음재는 목재같은 재질로 만들어졌고 흰색이 칠해진 것으로 씨클 안쪽 테두리와 합치되는 원호 모양이며, 양쪽 부채꼴 낙하구역의 한가운데에 설치하며 지면에 단단하게 고정되어있다. stopboard의 너비는 11.2cm~30cm이고, 길이는 씨클과 동일한 반지름의 호(弧 arc)의 현(弦 chord)의 길이는 1.21m±0.01m 이며, 높이는 씨클 안의 수평면보다 10cm±0.2cm 높다.



II. 이론적 배경

1. 포환던지기의 기원

투포환의 발생은 원시시대 수렵생활의 일환으로 시작되었으며, 스포츠경기형태로 행해진 것은 스코틀랜드와 아일랜드의 민간생활 속에서 선수들이 뛰어들어 원하는 대로 포환을 던져서 실력을 겨루었다. 그러나 현대와 같은 경기대회 형식으로 된 것은 1865년 옥스퍼드와 캠브리지 대학 대항 때부터이며, 무게는 16파운드(7.257kg)의 철구를 한 변이 7피트(2.135m)인 사각형 안에서 던졌다고 전해진다. 그 후 19세기 말경에 포환은 직경 7피트의 씨클이 채택되었고, 씨클바닥은 1956년 멜보른 올림픽대회부터 콘크리트로 만들어지게 되어 오늘날에 이르게 되었다(육상경기, 1986).

2. 포환던지기의 특성

육상경기는 모든 신체 활동의 기본이 되는 것으로 인간의 활동자체를 분석해 보더라도 달리기, 뛰기, 던지기의 세가지 동작이 중심이 되어 이루어지고 있음을 알 수 있다. 투포환 경기는 체격, 체력, 기술을 바탕으로 하여 이루어지는데 투포환의 기술 동작은 호흡에서 피니쉬까지의 정확한 연결 동작과 연속적인 동작이 폭발적인 힘으로 가장 이상적인 각도와 조화시켜야하며, 동작 부분별로 자세가 완벽하고 전신을 사용하여 포환을 멀리 밀어내는데 힘을 집중해야 한다(안영한, 1973).

투포환 경기에 있어서 경기력 향상을 위한 기술적인 원칙을 살펴보면, 첫째, 될 수 있는 한 큰 힘으로 긴 거리에 걸쳐서 던져야 한다. 둘째, 힘은 던지는 방향에 따라 직선적으로 가해야 한다. 셋째, 무거운 물체를 움직일 경우는 급히 힘을 가하더라도 반동이 크므로 쉽게 가속되지 않는다. 따라서 서서히 가속시키며 던져야 한다. 넷째, 던지는 동작 중 던지는 방향으로 신체 이동 스피드를 떨어뜨리지 말고 다리가 지면과 접촉하는 시간을 길게 할 것이다. 그리고 근력이 탄력성 있는 근육질이어야 한다. 만일 지방질로 팔 다리가 굵어서 체중이 무겁다면 민첩한 동작을 할 수 없는 까닭에 탄력 있는 근육을 지니고 있을 때 순발력을 발휘 할 수 있어 유리한 것이다(육상경기 지도교정, 1976).

3. 포환던지기의 적합한 신체조건

1) 체격

포환던지기에 적합한 체격은 강한 힘을 포환에 가하기 위해 우선적으로 체중이 무거워야 하고 또한 던지는 포환의 위치가 높으면 높을수록 거리는 멀어질 수 있기 때문에 신장이 커야 하며 특히 상지장과 하지장이 긴 것이 유리하다(육상경기 지도교정, 1976).

2) 체력

포환던지기에 요구되는 체력은 첫째로 근력과 스피드라고 할 수 있다. 무거운 포환을 들고 자기 몸을 날렵하게 이동시켜 멀리 던지기 위해서는 근력이 가장 중요한 것이며 각력에 따른 스피드가 있어야 한다. 둘째로는 순간적인 동작으로 물체에 강한 힘을 전달할 수 있는 순발력이 있어야 한다.

셋째는 릴렉션 및 타이밍이며, 넷째는 유연성과 민첩성이 있어야 한다. 던지기 종목에서는 유연성이 있어야 동작의 가동범위가 넓어지고 큰 힘을 낼 수 있으며 또한 민첩성이 있어야 글라이드의 스피드를 증대시킬 수 있는 것이다.

다섯째로는 조정력 및 정신력이다. 복잡한 일련의 동작을 다른 동작으로 전환 할 때 효과 있는 동작으로 조정하는 힘과 신체적, 정신적인 고통을 이겨내며, 던진 거리에 도전 할 수 있는 강한 정신력이 꼭 필요한 것이다(박철빈과 신길수, 1974).

4. 포환던지기의 기본 기술

투포환 운동의 기본 기술에는 ①포환과지(준비자세) : 포환을 들고 어깨 위에 지지하는 동작, ②글라이드(glide) : 스피드를 얻기 위하여 미끄러지듯 후진하는 동작, ③푸싱(pushig) : 최후로 던지는 동작, ④리버스(reverse) : 포환이 손에서 떨어져나간 후 양다리를 교차시키는 동작의 4단계로 구분할 수 있다(육상경기, 1987).

1) 포환 쥐는 법

포환을 잡거나 쥐는 것이 아니고 수지의 하단부위에 포환의 중심을 자연스럽게 올려놓는 것이다. 엄지와 새끼손가락은 포환이 좌·우로 유동하지 않게 하기 위하여 양쪽을 가볍게 받쳐준 다음 2, 3, 4지의 간격은 불편함이 없도록 유지하고 약간 뒤로 젖혀 포환이 앞으로 떨어지지 않도록 귀밑을 연결한 하악골의 쇄골과 어깨 사이에 안전하게 올려놓는 것을 말한다.

2) 준비자세(Ready)

준비자세는 던지는 방향을 등지고 서서 씨클의 가장자리에 발을 평행하게 그리고 양발이 약간 엇갈리게 둔다. 지지하는 다리의 약 100도 정도 구부리고 상체도 수평으로 구부리면서 체중을 싣는다.

3) 글라이드(Glide) 방법

글라이드는 상체를 낮춘 자세에서 최대한 후방으로 기울여 더 이상 버틸 수 없는 상태가 되면 던지려는 방향으로 왼발을 흔들어 포환과 함께 신체를 이동시키고 지지하고 있는 오른발이 씨클 중앙으로 옮겨지고 이어서 흔들어 내는 발인 왼발이 씨클의 앞쪽으로 옮겨져서 양발 모두가 착지된 후 던지기 준비 자세에 들어가기까지의 동작을 말한다(육상경기, 1986). 일반적으로 글라이드의 종류는 오스토크스식, 오브라이언식, 턴식으로 구분한다(육상경기코우칭(II), 1984).

4) 던지기(Throw)

오른쪽 다리가 씨클의 중앙선상에 닿자마자 시작된다. 포환은 계속 이동하고 오른발은 착지 직후 폭발적인 힘으로 위쪽으로 진행되기 때문에 잠시의 멈춤도 있어서는 안 된다(육상경기, 1987).

5) 리버스(Reverse)

리버스 동작은 투척 후의 최종 단계로 리버스 동작의 목적은 균형유지와 파울(Foul)을 방지하기 위해 취해지는 동작이다. 이 동작은 폭발적인 힘으로 투척을 끝낸 후 실시되어야 하며 앞발과 뒷발의 위치를 바꾸는 단계로서, 준비된 동작으로서가 아니라 반사적 동작으로 일어나야 한다(육상경기, 1987).

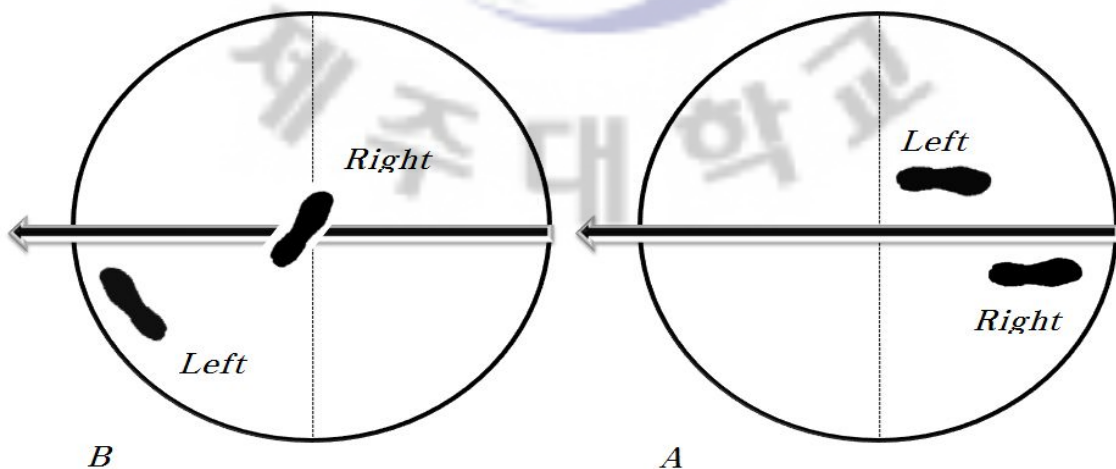
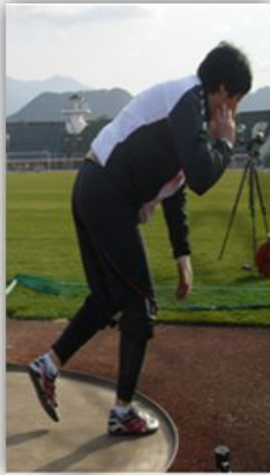


그림 1. 포환던지기 오브라이언식 투척방법

5. 포환던지기의 기술 분석

<Ready>



- 낮게 웅크림/ 무릎을 둘 다 구부림.
- 왼쪽 무릎을 오른발 무릎보다 약간 뒤에 둠.
- 오른발에 체중을 싣는다.
- 상체를 앞쪽으로 굽힌다.
- 왼팔은 전방을 향하고 긴장을 푼다.
- 시선은 오른발 끝 1m 앞에 둔다.

<Glide>



- 왼발을 던지는 방향을 향해 수평으로 힘차게 뺀다.
- 상체를 약간 세운다.
- 오른발을 안쪽으로 회전 / 발의 앞부분은 지면과 접촉.
- 오른쪽 무릎 / 둔부의 안쪽으로 회전과 투척방향으로 향함.
- 왼팔은 전방을 향하고 긴장을 푼다.
- 왼발을 역동적으로 빠르게 던진다.

< Throw >



- 오른발과 무릎을 던지는 방향으로 회전.
- 오른쪽 둔부를 전방으로 회전.
- 왼팔은 던지는 방향을 가르킨다.
- 왼쪽다리를 던지는 방향으로 회전 / 신전 / 받친다 / 몸을 들어준다.
- 오른쪽 둔부를 앞쪽으로 밀어준다.
- 던지는 방향으로 시선을 둔다.
- 던지는 팔의 완전한 신전/ 몸통의 완전한 신전 / 몸통의 좌측면 고정.
- 어깨 / 둔부는 평행 / 투척방향.
- 투구 후에 손가락은 바깥쪽을 가리킨다.
- 약 42°의 투척각도.

< Reverse >



- 오른쪽 다리를 구부려 복귀.

6. 선행연구

투포환에 대한 선행연구로는 안영희(1970)의 투포환 경기 연습법에서 투포환 경기를 할 수 있는 체격 및 체력 조건과 포환던지기의 훈련방법 및 경기방법을 기술하였으며, 이재홍(1990)은 포환던지기에 있어서 글라이드 턴이 기록에 미치는 영향에서는 노 글라이드(no glide) 및 글라이드 동작을 고속 촬영하기 위하여 글라이드 이동거리 및 시간, 힘의 작용시간, 지면 반력 및 기록을 분석하였다. 김상구 등(1985)의 포환던지기 동작 분석과 훈련방법에 관한 연구에서는 글라이드의 첫 보폭이 외국선수(105cm)들보다 우리나라선수(120cm)들이 크게 나타났다고 하였고 또한, 글라이드 발을 지면에 가깝게 하여 몸 아래로 끌어들여야 하는데 호핑(hopping)이 되어 포환이 상하로 운동을 하게 되면서 포환의 수평속도를 감소하게 되고 글라이드 다리나 발의 근력에 부담을 주어 필요 이상의 에너지가 소모된다고 하면서 결국 이러한 요인들이 기록에 많은 영향을 준다고 하였다.

Geoffrey Dyson(1977)의 연구에 의하면 효과적인 투척 기술은 글라이드를 통하여 얻어진 스피드를 이용하고 가능한 한 긴 거리에 힘을 작용시켜야 하며 또한 작용시간을 길게 해야 한다고 했다. Tom Ecker(1976)는 글라이드의 최종 자세는 수직방향의 속도를 얻기 위한 동작이므로 무릎의 각을 90° 에 최대한 가깝게 해야 한다고 하였으며, 신성휴(1980)가 글라이딩의 시간, 투사각과 투사속도에 대한 변인을 기능학적으로 분석하였고, Robinson(1975)은 투사각과 투사속도 그리고 수평거리에 대한 비교를 분석하였으며, 이순호(2002)는 투사동작에 대한 소요시간, 거리요인, 투사높이, 투사각도, 신체각도 등의 요인을 운동학적으로 분석하였고, Robinson(1975)은 투사각과 투사 속도 그리고 수평거리에 대한 비교를 분석하였다. 최용기(1985)의 포환던지기 운동학적 분석에서 보폭(stance)은 외국 일류 선수들이 1m 이내인 것으로 우리나라 선수들도 비슷한 거리를 나타내고 있으나 그것보다는 10cm 정도 짧아야 유리하다고 밝히면서 우리나라 선수들의 가장 큰 결점은 투사속도라고 지적하였다.

또한 김태현(1994)은 투포환 글라이드의 보폭이 기록에 미치는 영향에 관한 연구에서 오브라이언식 투법에 의한 투포환 기록을 보면 제1보폭과 제2보폭의 길이의 비율 1:2로 한 그룹이 1:1, 2:1의 비율로 연습한 그룹보다 평균 기록이 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 백명기 등(1982)의 포환던지기 직전 발 위치에 대한 실험적 연구에서는 45° 의 각도보다 90° 의 각도가 좋은 기록을 보였다고 하였고, 김성용(1979)의 포환던지기에 관한 역학적 보고에서는 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 포환던지기를 할 때 투사각도와 투사속도가 기록에 커다란 영향을 준다고 밝혔으며, 권오금(1986)은 포환던지기의 글라이드 동작분석을 글라이드시의 다리각, 글라이드시의 우각의 중심고와 신장과의 대비, 글라이드시의 우각의 중심고와 좌각의 중심고, 글라이드의 거리, 글라이드의 시간 등으로 분류하여 연구보고 하였다.

이호정(1994)은 포환던지기 글라이드 동작에서 상·하지 분절 협응성의 운동학적 분석에 관한 연구

에서 각 국면별 하지분절의 수직·수평속도는 죽관절, 슬관절, 고관절의 순으로 상지분절은 주관절, 견관절 순으로 나타나 상·하지 분절의 협응성이 원활이 이루어지고 있는 것으로 보고하였고 또한, 전 국면에 걸쳐 수직속도 요인보다는 수평속도의 점진적인 증가의 폭이 큰 것으로 보고하였다.



Ⅲ. 연구방법

본 연구는 3차원 영상분석을 이용하여 우수선수와 일반선수 포환던지기의 동작 오버라이언식 투법이 기록에 영향을 미치는 운동학적 요인들을 분석하였고, 구체적인 방법은 다음과 같다.

1. 연구대상

본 연구는 국가대표 경력이 있는 우수선수 1명과 2년 이상의 포환던지기 경력을 가진 일반선수 3명을 대상으로 선정하였고, 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 특성

대상자	나이(age)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yrs)	
우수선수	C.J.S	34	174.8	89.3	21
	K.E.M	19	168.5	61.6	3
일반선수	L.S.Y	17	167.4	57.1	2
	C.E.K	18	168.7	65.3	3
M±SD	18.0±1.00	168.2±0.70	61.3±4.10	2.6±0.57	

2. 실험도구

본 연구에 사용된 실험도구는 <표 2>에서와 같이 영상 촬영 장비와 영상 분석장비로 구성하였다.

표 2. 실험도구

기기명	모델명	제조회사	비고
디지털 캠코더(Mini DV)	HDR-HC7/HDV 1080i	SONY	4대
조명등	-	VISOL	4개
디지털 캠코더 삼각대	055XDB	MANFROTTO	4대
통제점틀	2m×2m×1m	VISOL	-
포환	대한육상경기연맹 공인용		1개
철제줄자	30m 철재줄자		1개
LED모즐	MP-20B	MATIN	3개
sync box	VSAD/010/USB/V2	VISOL	1대
Kwon3D	Motion Analysis Package ver3.016	VISOL	-

1) 영상 촬영 장비

본 연구에 3차원 영상 촬영을 위하여 SONY사의 HDR-HC7의 디지털캠코더 4대와 조명등 4개를 삼각대에 부착시켜 약 2m 높이로 고정했으며, 디지털 캠코더의 장면설정에서 배경을 부드럽게 만들면서 사람과 같은 피사체를 강조하기 위하여 인물(부드러운 초상화)모드로 설정했고, 노출시간은 피사체가 밝고 어두움에 따라 조절할 수 있도록 수동으로 설정하여 실험환경에 가장 적합하게 조절했다. 그리고 셔터속도는 수동으로 설정하여 60frame/sec로 촬영하였다.

2) 영상 분석 장비

본 연구에서의 영상 분석 장비는 (주)비솔의 Kwon3D Motion Analysis Package ver 3.016 프로그램이 장착된 PC를 이용하여 운동분석에서 선별된 신체부위(분석대상점)의 실제위치를 계측하는 방법의 하나인 경험적(empirical)방식 중 대표적인 DLT(Direct Linear Transformation)방식을 이용하여 피사점의 실좌표와 상점의 상평면좌표 사이에 존재하는 변환식과 실좌표를 이미 아는 통제점틀을 이용하여 변환식의 계수를 계산하여 우수선수와 일반선수 포환던지기 동작의 운동학적 변인에 대한 자료를 산출하였다.

3. 실험절차

본 연구의 실험은 제주종합경기장 내 주경기장 포환 circle 안에서 포환던지기 동작을 촬영하였다. 실험절차는 <그림 2> 와 같이 포환던지기 동작을 촬영하기 전에 3차원 공간 좌표를 설정하기 위하여 통제점이 표시된 직사각형 통제점 틀(2m×2m×1m)을 설치한 다음, 디지털 캠코더 및 조명등은 통제점 틀 및 실험장면을 완전히 포착할 수 있는 범위에서 좌·우 대각선 방향으로 조명등이 카메라와 동일선상에서 비추지 않도록 삼각대로 고정시켜 설치하였고, 디지털 캠코더 속도는 60frame/sec로 하고, 노출시간(exposure time)은 1/500초로 설정한 후 통제점 틀을 약 10초간 촬영한 다음 통제점틀을 제거하였다.

또한 영상분석 시 활용할 자료를 얻기 위하여 실험대상자들에게 몸에 달라붙는 검은색 타이즈(black tights)을 착용하게 한 후 인체관절 31개 지점에 랜드마크(landmark)을 부착시킨 후 해부학적 자세(static)를 취하게 하여 약 5초 정도 촬영하였고, 포환던지기 동작의 영상촬영 전 대상자들에게 실험목적과 방법을 설명하였으며 1시간 정도의 충분한 준비 운동과 사전 연습 후 동작 촬영 시 실제 경기 때 처럼 포환던지기 동작을 실시하도록 하여 촬영하였다. 동작의 진행방향을 Y축, 진행방향의 좌우를 X축, 전후·좌우 방향에 대한 수직축을 Z축으로 설정하였다.



그림 2. 실험장비 배치도

4. 인체 관절점의 좌표화 및 자료 분석 절차

1) 인체 관절점의 좌표화

본 연구에서 신체 분절 무계의 중심 위치에 대한 인체 분절 자료는 Plagenhoef 등(1983)의 자료를 이용하였으며, 디지털화 포인트는 인체 관절점 R. Toe(오른쪽 발 끝)부터 Nose(코)까지 총 31개의 포인트를 디지털화 하였다. 인체 관절점과 디지털화 순서는 <표 3>과 같고 부착위치는 <그림 3>과 같다.

표 3. 인체 관절점과 디지털화 순서

순서	인체 관절점	순서	인체 관절점
1	R. Toe	17	L. medial Epicondyle
2	R. Heel	18	L. Thigh
3	R. lateral Malleolus	19	L. Asis
4	R. medial Malleolus	20	R. lateral Wrist
5	R. Shank	21	R. medial Wrist
6	R. lateral Epicondyle	22	R. lateral Elbow
7	R. medial Epicondyle	23	R. medial Elbow
8	R. Thigh	24	R. Shoulder
9	R. Asis	25	L. lateral Wrist
10	Sacrum	26	L. medial Wrist
11	L. Toe	27	L. lateral Elbow
12	L. Heel	28	L. medial Elbow
13	L. lateral Malleolus	29	L. Shoulder
14	L. medial Malleolus	30	Chin
15	L. Shank	31	Nose
16	L. lateral Epicondyle		

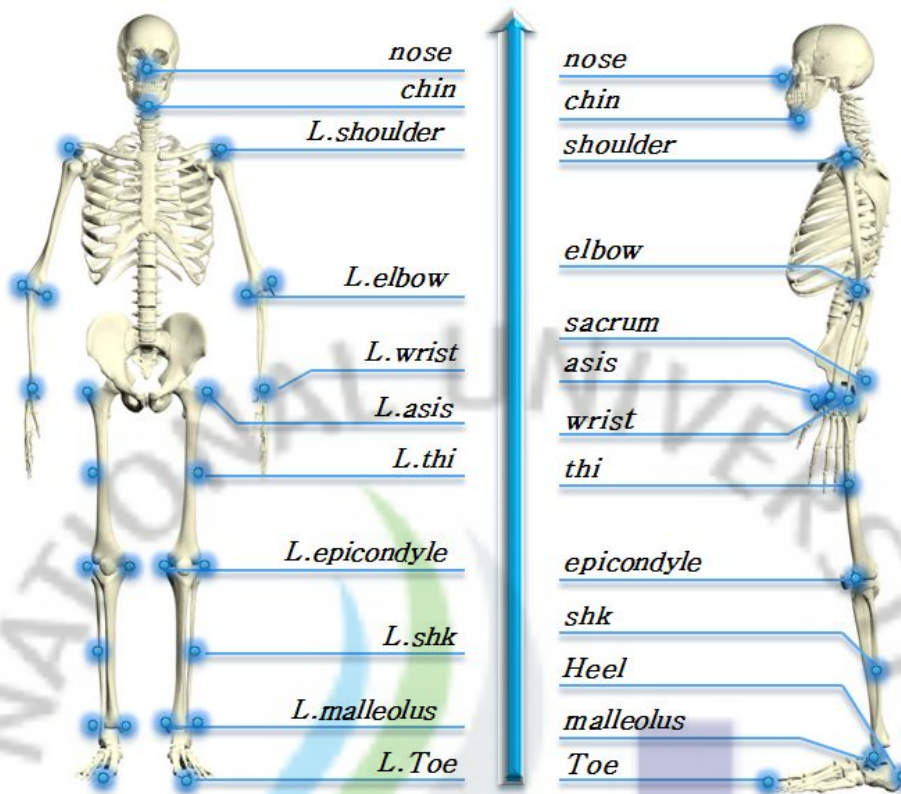


그림 3. 마커부착위치

2) 3차원 좌표의 계산

본 연구의 자료처리는 KWON 3D ver3.1 분석프로그램을 사용하였다. 자료처리과정은 36개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 3차원 좌표값이 산출되며, 축에 대한 정의는 진행방향을 Y축, 진행방향에 대한 좌우방향을 X축, 상·하(수직)방향을 Z축으로 정의하였다. 3차원 자료는 Abdel-Ariz와 Karara(1971)의 DLT방법을 이용하였고, DLT방법을 이용하여 3차원의 좌표값을 계산할 때 디지털이징 오차와 기계적인 오차에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 Butterworth low pass filter를 사용하여 원 자료를 필터링 하였으며, 이때 차단주파수(cut-off frequency)는 6.0Hz로 설정하여 실시하였다.

5. 이벤트 및 분석국면

본 연구에서는 <그림 4> 와 같이 총 4개의 이벤트와 3개의 국면으로 설정하였다.

1) 이벤트(Event)

(1) Event 1(Ready) : 던지는 방향을 뒤로 하여 circle 후방에 서서 오른발로 지지 하며 왼발을 후방으로 놓고 오른쪽 무릎을 약 90도 정도 굽혀 포환을 지닌 두경부를 아래쪽으로 내려 웅크린 자세

(2) Event 2(Glide) : 준비동작을 마치고 던지는 방향으로 지면에 닿게끔 강하게 kicking을 하여 두발이 완전히 지면에 닿은 순간

(3) Event 3(Throw) : 무릎을 펴고 상체를 일으키며 허리의 탄성에 의해 전방으로 포환이 손에서 투사되는 순간

(4) Event 4(Reverse) : 포환이 투사된 후 마무리(전환)된 순간

2) 분석국면(Phase)

(1) 1 국면(Gliding) : 최초 준비 자세에서 글라이딩 시 강하게 kicking 하며 두발이 땅에 닿는 순간까지

(2) 2 국면(Throwing) : 글라이딩 자세에서 포환이 완전 투사된 순간까지

(3) 3 국면(Reverse) : 포환이 투사된 후 리버스 되는 순간까지



그림 4. 이벤트 및 분석국면

6. 통계처리

본 연구에서 통제점과 인체중심의 좌표화를 위하여 KWON3D(ver 3.016, 권영후)프로그램을 이용하여 디지털화하였고, DLT(Abdel-Aziz & Karara, 1971)방식으로 3차원 좌표를 산출하였다. 인위적인 오차와 기계적인 오차에 의해 발생한 노이즈로 인한 오차를 제거하기 위하여 Butterworth의 2차 저역 통과필터(low-pass filter)법을 이용하여 스무딩(6Hz)하였다.

포환던지기 오브라이언식 투법의 산출된 운동학적 변인은 우수선수와 일반선수간의 비교분석을 하기 위하여 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였고 차이검증을 위해 독립 (t-test)를 실시하였으며 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

IV. 연구결과

본 연구는 우수선수와 일반선수 포환던지기 동작 오브라이언식 투법의 운동학적 변인을 비교 분석 후 차이를 규명하고 기술동작의 주요 기능을 이해하여 각종 대회 입상과 기록 향상 및 초보자들의 훈련지도에 기여하고자 하였다.

1. 포환던지기 동작의 시간변인

포환던지기 동작에 따른 평균 소요시간, 프레임 수 및 보폭의 길이는 <표 4>, <그림 5>, <그림 6>과 같다.

포환던지기 동작 시 각 국면별 프레임수와 소요시간은 우수선수가 Gliding 국면에서 1.02sec(62 frame)와 Throwing 국면 0.31sec(19frame), Reverse 국면 0.56sec(34frame)로 총 프레임수와 소요시간은 1.89sec(115frame) 나타났고, 일반선수는 Gliding 0.74sec(45frame), Throwing 0.34sec(21frame), Reverse 0.47sec(29frame)로 나타났으며, 총 프레임수와 소요시간은 1.55sec(95frame)로 나타났다. 보폭의 길이에서 우수선수의 stride R-foot은 총 91.69cm 중 Gliding 국면에서 59.52cm, Throwing 국면에서 32.17cm으로 나타났고, stride L-foot은 총 121.47cm 중 Gliding 국면에서 116.6cm, Throwing 국면에서 4.87cm으로 나타났으며, 일반선수 stride R-foot은 총 93.05cm 중 Gliding 국면에서 64.19cm, Throwing 국면에서 28.86cm으로 나타났고, stride L-foot은 총 99.04cm 중 Gliding 국면에서 108.92cm, Throwing 국면에서 -9.88cm으로 나타났다.

표 4. 각 국면별 총소요시간(frame, sec)

구분	Gliding	Throwing	Reverse	total frame/ sec	
우수선수	frame	62	19	34	115
	sec	1.02±0.24	0.31±0.21	0.56±0.19	1.89±0.43
	stride R-foot (cm)	59.52	32.17		91.69
	stride L-foot (cm)	116.6	4.87		121.47
일반선수	frame	45	21	29	95
	sec	0.74±0.07	0.34±0.02	0.47±0.14	1.55±0.19
	stride R-foot (cm)	64.19	28.86		93.05
	stride L-foot (cm)	108.92	-9.88		99.04

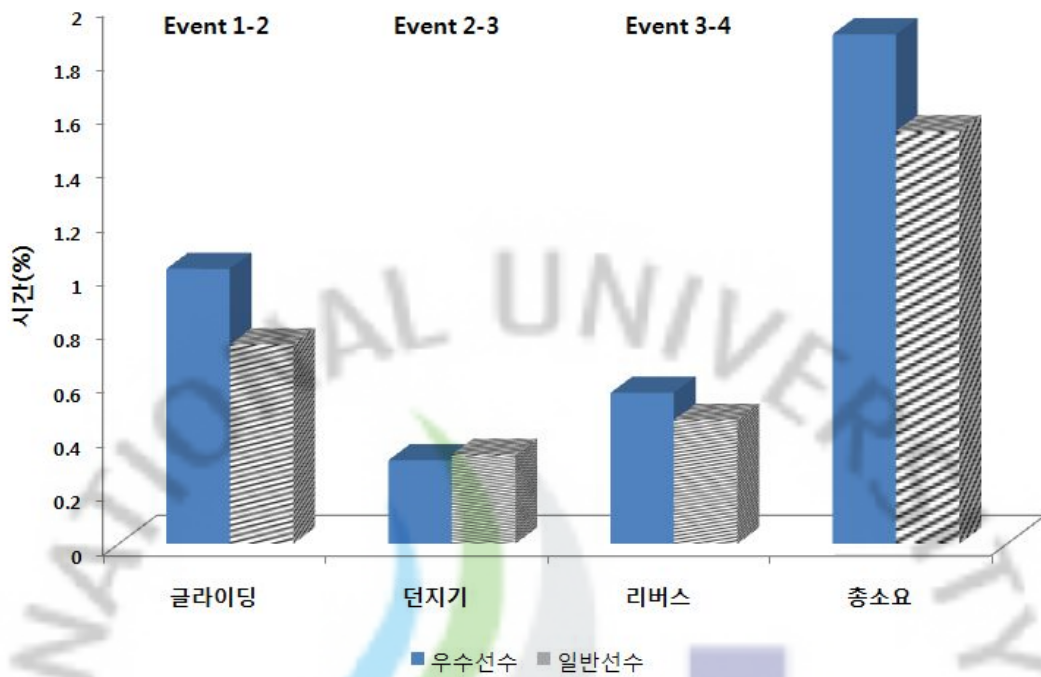


그림 5. 포환던지기 동작의 국면별 총소요시간

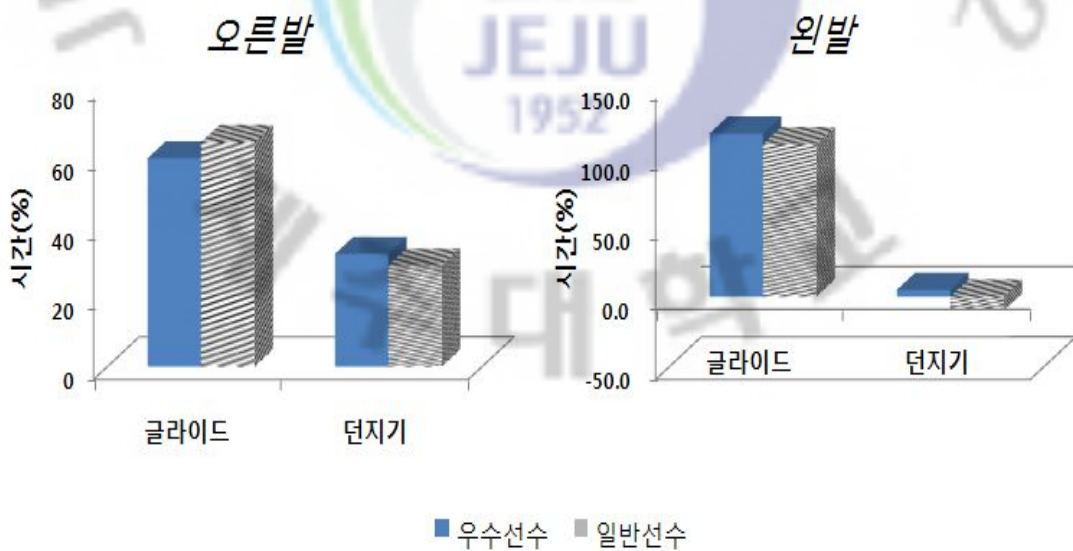


그림 6. 각 국면별 보폭길이

2. 포환던지기 동작의 선운동 변인

1) 신체중심 위치변화

포환던지기 오브라이언식 동작 시 신체중심위치변화는 <표 5> 와 <그림 7>과 같고, 각 이벤트별 신체중심위치변화는 <표 6>과 같다.

각 국면별 신체중심위치의 수평변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 $51.64 \pm 28.54 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $57.23 \pm 27.80 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았고, Throwing 국면은 우수선수가 $135.41 \pm 13.83 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $130.27 \pm 13.53 \text{cm/sec}$ 유의한 차이가 나타나지 않았으며, Reverse 국면은 우수선수가 $167.25 \pm 6.54 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $167.57 \pm 19.42 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

각 국면별 신체중심위치의 수직변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 $66.08 \pm 6.06 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $70.61 \pm 6.07 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이를 나타냈고($p < .001$), Throwing 국면은 우수선수가 $82.66 \pm 8.15 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $78.63 \pm 8.77 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이를 나타냈으며($p < .05$), Reverse 국면은 우수선수가 $95.92 \pm 1.99 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $89.49 \pm 5.86 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이를 나타냈다($p < .001$).

각 이벤트별 신체중심위치의 수평변화는 Ready에서 우수선수가 $22.21 \pm 0.651 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $22.44 \pm 3.076 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았고, Glide에서 우수선수가 $107.98 \pm 3.13 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $92.52 \pm 18.25 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타났고($p < .05$), Throw에서는 우수선수가 $154.21 \pm 1.30 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $128.55 \pm 29.92 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$), Reverse에서 우수선수가 $174.78 \pm 5.52 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $150.13 \pm 50.41 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p < .183$).

각 이벤트별 신체중심위치의 수직변화는 Ready에서 우수선수가 $65.38 \pm 3.23 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $65.52 \pm 4.45 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았고, Glide에서 우수선수가 $70.86 \pm 2.08 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $63.47 \pm 6.37 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타났고($p < .01$), Throw에서는 우수선수가 $95.38 \pm 1.08 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $79.39 \pm 20.59 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$), Reverse에서 우수선수가 $95.65 \pm 3.68 \text{cm/sec}$, 일반선수는 $73.75 \pm 20.40 \text{cm/sec}$ 로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

표 5. 국면별 평균 신체중심위치변화(cm)

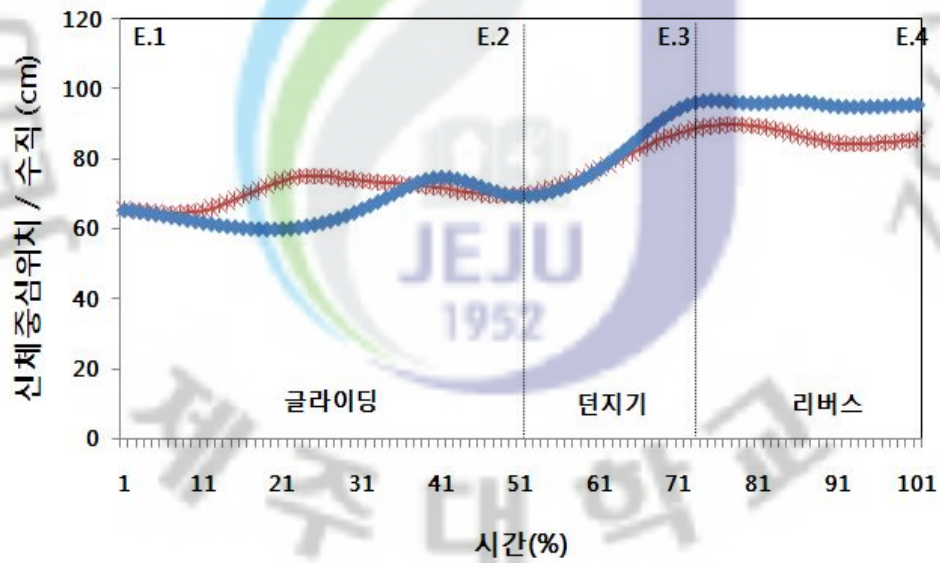
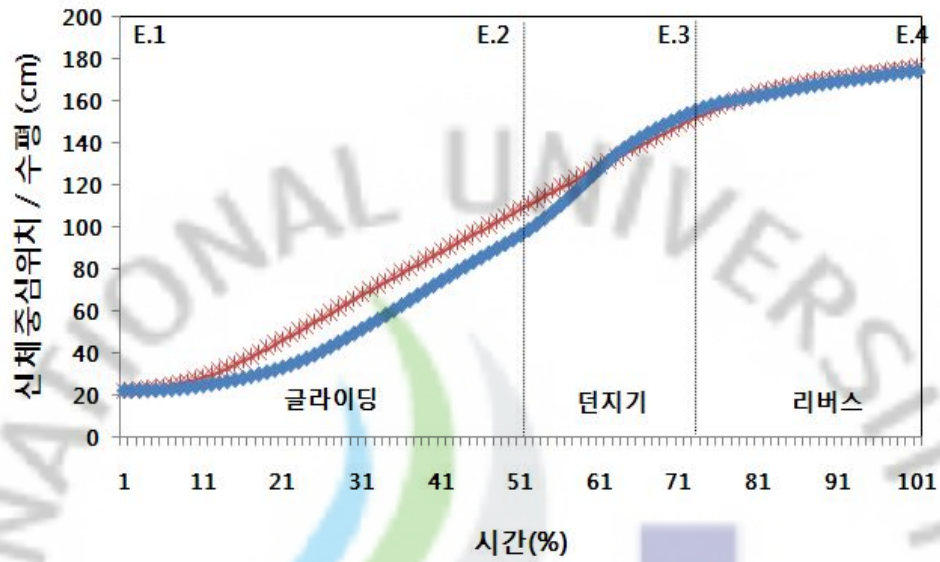
구분		Gliding	Throwing	Reverse
우수선수	수평	51.64±28.54	135.41±13.83	167.25±6.54
	수직	66.08±6.06	82.66±8.15	95.92±1.99
일반선수	수평	57.23±27.80	130.27±13.53	167.57±9.42
	수직	70.61±6.07	78.63±8.77	89.49±5.86
t값	수평	-1.708	1.896	-0.247
	수직	-6.421***	2.445*	8.739***

* $p < .05$, *** $p < .001$

표 6. 이벤트별 평균 신체중심위치변화(cm)

구분		Ready	Glide	Throw	Reverse
우수선수	수평	22.21±0.651	107.98±3.13	154.21±1.30	174.78±5.52
	수직	65.38±3.23	70.86±2.08	95.38±1.08	95.65±3.68
일반선수	수평	22.44±3.07	92.52±18.25	128.55±29.92	150.13±50.41
	수직	65.52±4.45	63.47±6.37	79.39±20.59	73.75±20.40
t값	수평	.218	-2.487*	-2.569*	-1.454
	수직	.063	-3.23**	-2.326*	-3.145*

* $p < .05$, ** $p < .01$



◆ 우수선수 * 일반선수

그림 7. 각 국면별 신체중심위치변화

2) 신체중심 속도변화

포환던지기의 오브라이언식 동작 시 신체중심속도변화는 <표 7>, <그림 8>과 같다.

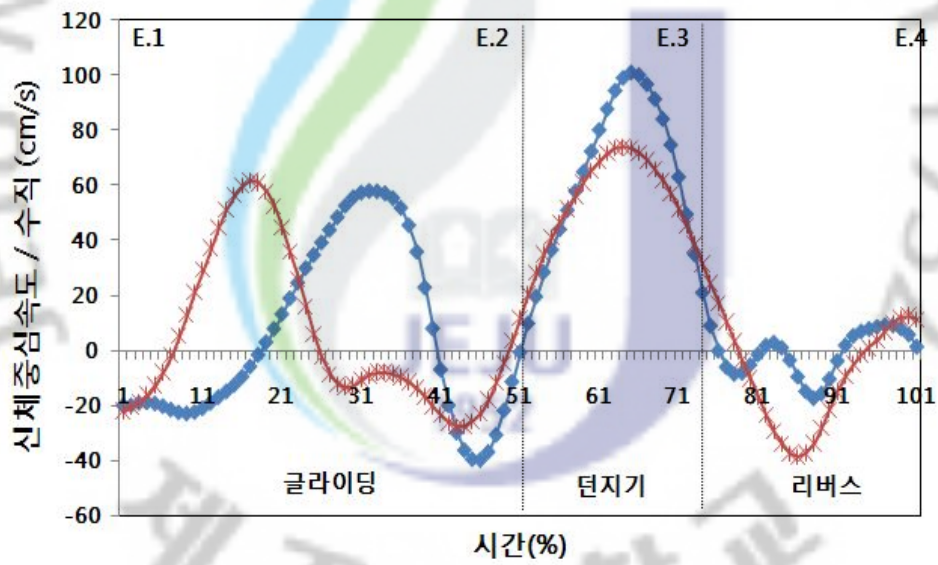
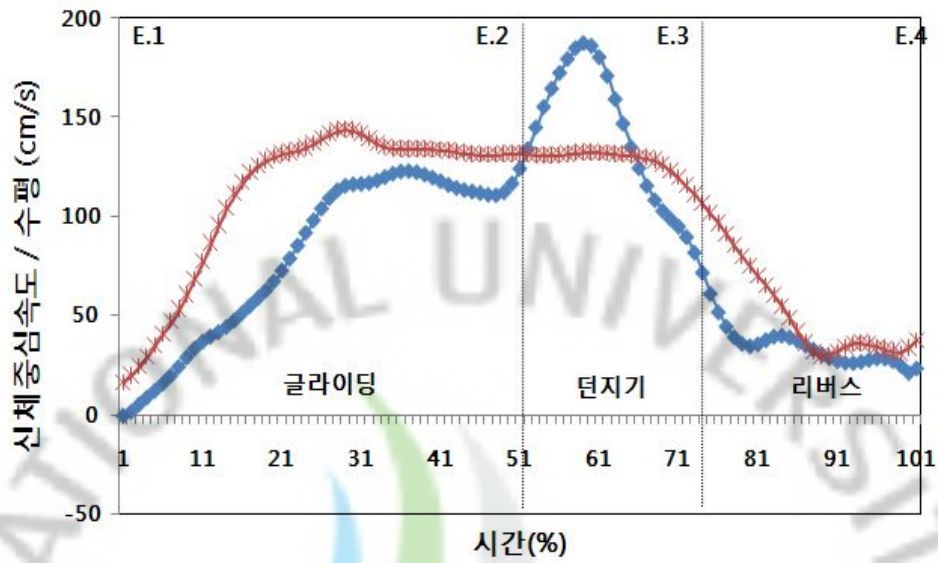
각 국면별 신체중심속도의 수평변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 83.59±52.66cm/sec, 일반선수가 113.84±47.48cm/sec로 유의한 차가 나타났고($p < .001$), Throwing 국면에서는 우수선수가 143.88±39.41cm/sec, 일반선수가 133.64±28.12cm/sec로 유의한 차가 나타나지 않았으며, Reverse 국면에서는 우수선수가 35.77±16.05cm/sec, 일반선수가 55.50±38.77cm/sec로 유의한 차를 나타냈다($p < .001$).

각 국면별 신체중심속도의 수직변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 5.32±44.15cm/sec, 일반선수가 5.47±48.91cm/sec로 유의한 차가 나타나지 않았고, Throwing 국면에서는 우수선수가 78.11±19.18cm/sec, 일반선수가 72.09±38.50cm/sec로 유의한 차가 나타나지 않았으며, Reverse 국면에서 -53±29.27cm/sec, 일반선수가 -12.60±47.45cm/sec로 유의한 차가 나타나지 않았다.

표 7. 국면별 평균 신체중심속도변화(cm/sec)

구분		Gliding	Throwing	Reverse
우수선수	수평	83.59±52.66	143.88±39.41	35.77±16.05
	수직	5.32±44.15	78.11±19.18	-53±29.27
일반선수	수평	113.84±47.48	133.64±28.12	55.50±38.77
	수직	5.47±48.91	72.09±38.50	-12.60±47.45
t값	수평	-5.141***	1.611	-4.223***
	수직	-0.027	0.909	1.890

*** $p < .001$



◆ 우수선수 * 일반선수

그림 8. 각 국면별 신체중심속도변화

3. 포환던지기 동작의 각운동 변인

1) 상지분절의 각변위

포환던지기 오브라이언 투법 동작 시 상지분절의 각도변화는 <표 8>, <표 9> 및 <그림 9>과 같다. <표 8>, <그림 9>와 같이 각 국면별 상지분절의 각도변화를 보면 Gliding 국면에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $39.99 \pm 4.28 \text{deg}$, 일반선수는 $35.56 \pm 4.73 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .001$), R-shoulder 평균각도는 우수선수 $57.91 \pm 7.86 \text{deg}$, 일반선수는 $70.83 \pm 6.64 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났다($p < .001$). Throwing 국면에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $64.55 \pm 34.11 \text{deg}$, 일반선수는 $47.78 \pm 27.68 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .01$), R-shoulder 평균각도는 $72.50 \pm 11.58 \text{deg}$, 일반선수 $69.12 \pm 18.48 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, Reverse 국면에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $159.48 \pm 5.49 \text{deg}$, 일반선수 $158.01 \pm 8.21 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-shoulder 평균각도는 $99.07 \pm 21.28 \text{deg}$, 일반선수 $91.67 \pm 35.61 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다.

<표 9>과 같이 각 이벤트별 상지분절의 각도변화는 Ready에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $35.04 \pm 6.3 \text{deg}$, 일반선수 $37.70 \pm 3.54 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-shoulder 평균각도는 $50.56 \pm 2.60 \text{deg}$, 일반선수 $72.03 \pm 7.12 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났으며($p < .001$), Glide에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $45.77 \pm 4.7 \text{deg}$, 일반선수 $36.29 \pm 7.43 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .05$), 우수선수의 R-shoulder 평균각도는 $57.80 \pm 6.9 \text{deg}$, 일반선수 $64.08 \pm 7.66 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, Throw에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $151.63 \pm 6.71 \text{deg}$, 일반선수 $129.30 \pm 14.46 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .05$), 우수선수의 R-shoulder 평균각도는 $105.24 \pm 5.45 \text{deg}$, 일반선수 $112.76 \pm 9.21 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, Reverse에서 우수선수의 R-elbow 평균각도는 $151.70 \pm 2.53 \text{deg}$, 일반선수 $153.63 \pm 5.15 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-shoulder 평균각도는 $62.07 \pm 14.20 \text{deg}$, 일반선수 $45.33 \pm 13.42 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다.

표 8. 각 국면별 상지분절의 각변위(deg)

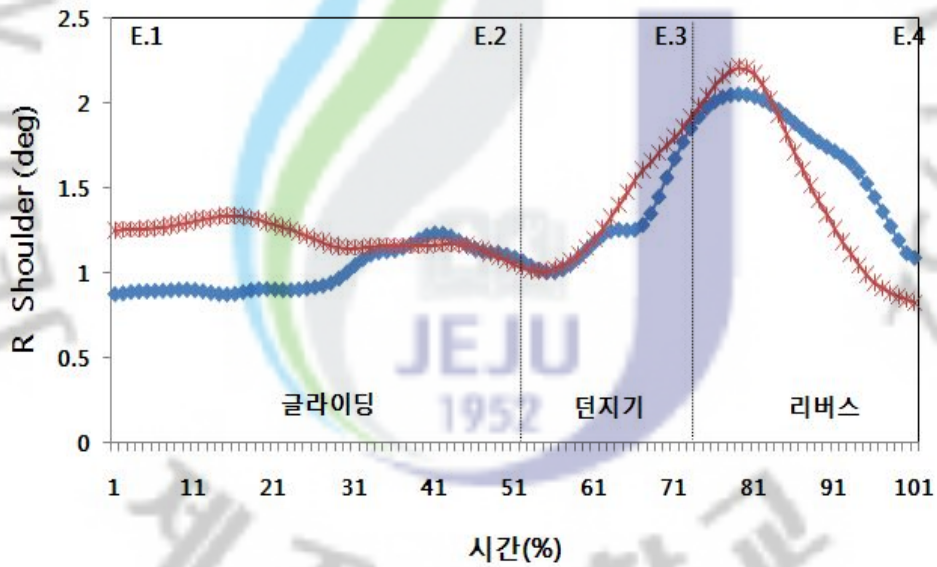
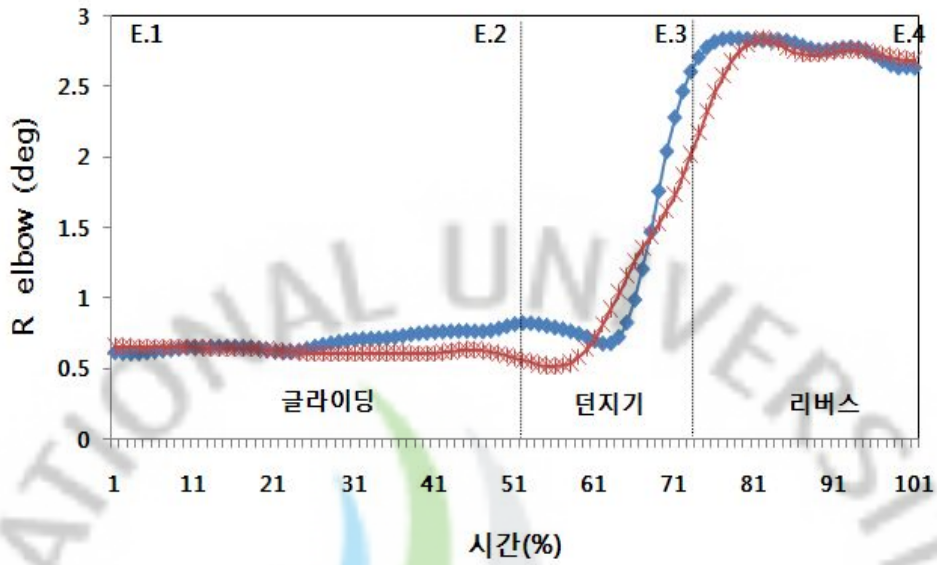
구분		Gliding	Throwing	Reverse
우수선수	R-elbow	39.99±4.28	64.55±34.11	159.48±5.49
	R.-shoulder	57.91±7.86	72.50±11.58	99.07±21.28
일반선수	R-elbow	35.56±4.73	47.78±27.68	158.01±8.21
	R.-shoulder	70.83±6.64	69.12±18.48	91.67±35.61
t값	R-elbow	-7.945***	-2.679**	-1.329
	R.-shoulder	14.309***	-1.119	-1.592

** $p < .01$, *** $p < .001$

표 9. 각 이벤트별 상지분절의 각변위(deg)

구분		Ready	Glide	Throw	Reverse
우수선수	R-elbow	35.04±.63	45.77±.47	151.63±6.71	151.70±2.53
	R.-shoulder	50.56±2.60	57.80±.69	105.24±5.45	62.07±14.20
일반선수	R-elbow	37.70±3.54	36.29±7.43	129.30±14.46	153.63±5.15
	R.-shoulder	72.03±7.12	64.08±7.66	112.76±9.21	45.33±13.42
t값	R-elbow	1.802	-3.116*	-2.847*	0.685
	R.-shoulder	5.686***	1.605	1.455	-1.866

* $p < .05$, *** $p < .001$



◆ 우수선수 * 일반선수

그림 9. 상지분절의 각변위

2) 하지분절의 각변위

포환던지기 오브라이언 투법 동작 시 하지분절의 각도변화는 <표 10>, <표 11> 및 <그림 10>과 같다. 각 국면별 하지분절의 각도변화를 보면 Gliding 국면에서 우수선수의 R-hip $82.40 \pm 15.68 \text{deg}$, 일반선수 $101.16 \pm 13.91 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .001$), 우수선수의 R-knee $130.43 \pm 13.23 \text{deg}$, 일반선수 $134.54 \pm 16.75 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났으며($p < .05$), 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $97.38 \pm 5.83 \text{deg}$, 일반선수 $103.51 \pm 13.94 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났다($p < .001$). Throwing 국면에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $132.21 \pm 22.97 \text{deg}$, 일반선수 $132.53 \pm 21.23 \text{deg}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 우수선수의 R-knee 평균각도는 $140.90 \pm 15.06 \text{deg}$, 일반선수 $140.80 \pm 15.97 \text{deg}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $124.49 \pm 14.69 \text{deg}$, 일반선수 $114.27 \pm 15.79 \text{deg}$ 로 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). Reverse 국면에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $143.46 \pm 12.10 \text{deg}$, 일반선수 $129.32 \pm 15.22 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났으며($p < .001$), 우수선수의 R-knee 평균각도는 $164.17 \pm 8.75 \text{deg}$, 일반선수 $155.68 \pm 10.25 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났다($p < .001$). R-ankle 평균각도는 $105.63 \pm 8.89 \text{deg}$, 일반선수 $105.88 \pm 11.40 \text{deg}$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<표 11>과 같이 각 이벤트별 하지분절의 각도변화는 Ready에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $81.33 \pm 14.27 \text{deg}$, 일반선수 $85.37 \pm 11.46 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-knee 평균각도는 $129.30 \pm 12.40 \text{deg}$, 일반선수 $129.12 \pm 6.64 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $96.12 \pm 2.80 \text{deg}$, 일반선수 $103.00 \pm 3.81 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났다($p < .05$). Glide에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $105.18 \pm 4.18 \text{deg}$, 일반선수 $103.79 \pm 5.96 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-knee 평균각도는 $115.06 \pm 2.09 \text{deg}$, 일반선수 $119.27 \pm 4.08 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $95.63 \pm 3.27 \text{deg}$, 일반선수 $114.27 \pm 15.79 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다. Throw에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $167.73 \pm 2.71 \text{deg}$, 일반선수 $160.18 \pm 10.72 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았고, 우수선수의 R-knee 평균각도는 $143.6 \pm 2.74 \text{deg}$, 일반선수 $153.17 \pm 9.35 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며, 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $120.55 \pm 2.29 \text{deg}$, 일반선수 $118.69 \pm 12.02 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다. Reverse에서 우수선수의 R-hip 평균각도는 $138.70 \pm 5.43 \text{deg}$, 일반선수 $123.69 \pm 4.23 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .01$), 우수선수의 R-knee 평균각도는 $170.35 \pm 6.19 \text{deg}$, 일반선수 $154.39 \pm 12.47 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .05$), 우수선수의 R-ankle 평균각도는 $97.52 \pm 4.19 \text{deg}$, 일반선수 $107.18 \pm 20.51 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다.

표 10. 각 국면별 하지분절의 각변위(deg)

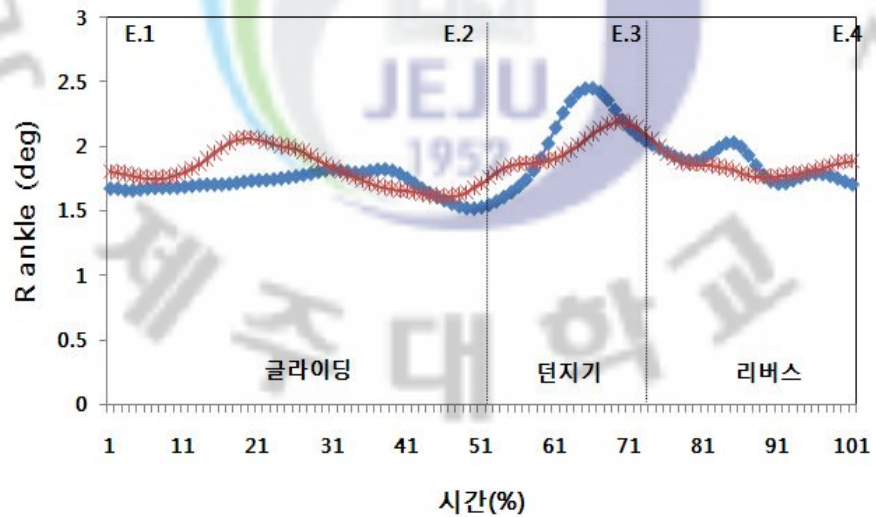
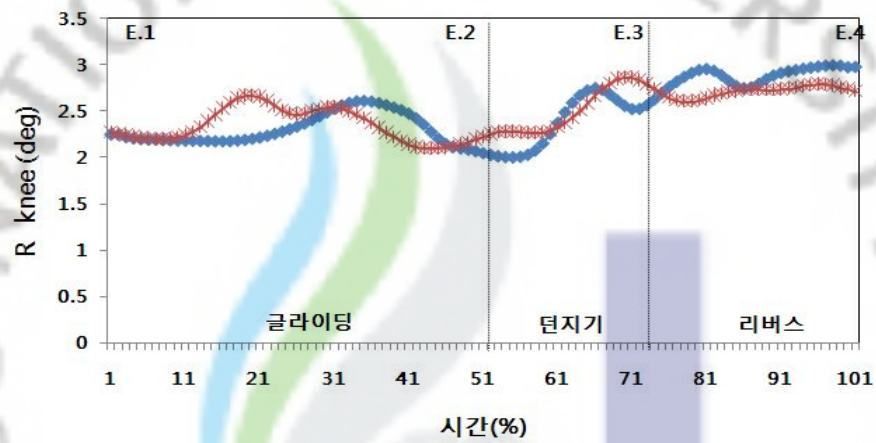
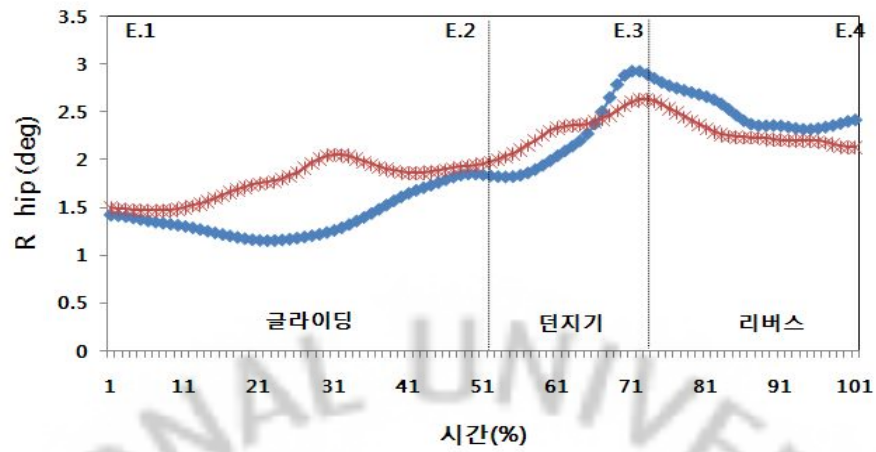
구분		Gliding	Throwing	Reverse
우수선수	R-hip	82.40±15.68	132.21±22.97	143.46±12.10
	R-knee	130.43±13.23	140.90±15.06	164.17±8.75
	R-ankle	97.38±5.83	124.49±14.69	105.63±8.89
일반선수	R-hip	101.16±13.91	132.54±21.23	129.32±15.22
	R-knee	134.54±16.75	140.80±15.97	155.68±10.25
	R-ankle	103.51±13.94	114.27±15.79	105.88±11.40
t값	R-hip	10.207***	0.073	-6.405***
	R-knee	2.213*	-0.030	-5.527***
	R-ankle	4.753***	-3.269**	0.156

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

표 11. 각 이벤트별 하지분절의 각변위(deg)

구분		Ready	Glide	Throw	Reverse
우수선수	R-hip	81.33±14.27	105.18±4.18	167.73±2.71	138.70±5.43
	R-knee	129.30±12.40	115.06±2.09	143.6±2.74	170.35±6.19
	R-ankle	96.12±2.80	95.63±3.27	120.55±2.29	97.52±4.19
일반선수	R-hip	85.37±11.46	103.79±5.96	160.18±10.72	123.69±4.23
	R-knee	129.12±6.64	119.27±4.08	153.17±9.35	154.39±12.47
	R-ankle	103.00±3.81	93.72±5.67	118.69±12.02	107.18±20.51
t값	R-hip	0.497	-0.402	-1.355	-4.665**
	R-knee	-0.030	1.875	1.946	-2.341*
	R-ankle	3.078**	-0.603	-0.300	0.912

* $p < .05$, ** $p < .01$



◆ 우수선수 * 일반선수

그림 10. 하지분절의 각변위

3) 동체의 전후경각

포환던지기 오브라이언 투법 동작 시 각 국면별 동체의 전후경각은 <표 12> 및 <그림 11>과 같다. Gliding 국면에서 우수선수의 평균값은 $302.39 \pm 9.23 \text{deg}$, 일반선수 $315.66 \pm 10.96 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .001$), Throwing 국면에서 우수선수의 평균값은 $332.36 \pm 16.79 \text{deg}$, 일반선수 $347.77 \pm 16.28 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났으며($p < .001$), Reverse 국면에서 우수선수의 평균값은 $381.83 \pm 9.54 \text{deg}$, 일반선수 $388.08 \pm 7.11 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났다($p < .001$).

각 이벤트별 동체의 전후경각의 <표 13> 과 같이 Ready에서 우수선수의 평균값은 $301.04 \pm 5.26 \text{deg}$, 일반선수 $303.37 \pm 13.72 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았으며 Glide에서 우수선수의 평균값은 $318.53 \pm 4.40 \text{deg}$, 일반선수 $328.69 \pm 4.12 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났고($p < .01$), Throw에서 우수선수의 평균값은 $366.50 \pm 1.64 \text{deg}$, 일반선수 $375.02 \pm 6.20 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타났으며($p < .05$), Reverse에서 우수선수의 평균값은 $386.38 \pm 6.46 \text{deg}$, 일반선수 $394.98 \pm 4.09 \text{deg}$ 로 유의한 차가 나타나지 않았다.

표 12. 각 국면별 동체의 전후경각(deg)

구분		Gliding	Pushing	Reverse
우수선수	FR angle	302.39 ± 9.24	332.37 ± 16.80	381.83 ± 9.54
일반선수	FR angle	315.67 ± 10.97	347.78 ± 16.28	388.08 ± 7.11
t값	FR angle	7.945***	4.525***	4.495***

* $p < .05$, ** $p < .01$

FR angle : 전후경각

표 13. 각 이벤트별 동체의 전후경각(deg)

구분		Ready	Glide	Throw	Reverse
우수선수	FR angle	301.04 ± 5.26	318.53 ± 4.40	366.50 ± 1.64	386.38 ± 6.46
일반선수	FR angle	303.37 ± 13.72	328.69 ± 4.12	375.02 ± 6.20	394.98 ± 4.09
t값	FR angle	0.376	6.003**	3.203*	2.366

* $p < .05$, ** $p < .01$

FR angle : 전후경각

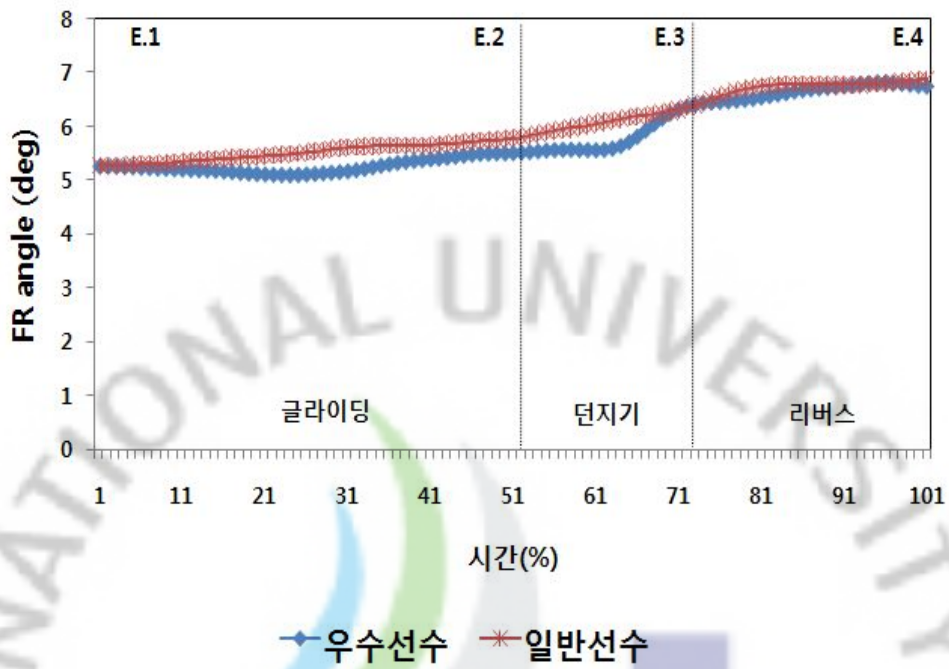


그림 11. 동체의 전후경각

V. 논의

본 연구는 포환던지기 오브라이언식 투법 동작을 운동학적으로 비교분석하여 차이를 규명하고 기술 동작의 주요 기능을 이해하여 각종 대회 입상 및 경기력 향상을 가져오며 초보자들의 훈련지도에 기여하고자 하였다.

1. 포환던지기 동작의 시간변인

포환던지기 동작의 각 국면별 소요시간을 분석해 보면 Gliding 국면에서 우수선수와 일반선수는 전체소요시간에 각각 53.92%, 47.37%의 비율을 차지했고, Throwing 국면에서 각각 16.52%, 22.11%의 비율을 차지했으며, Reverse 국면에서는 전체소요시간에 각각 29.56%, 30.53%를 차지하였다.

각 국면에서 가장 많은 시간이 소요된 국면은 Gliding 국면이며, 그 다음으로 Reverse 국면, Throwing 국면 순으로 나타났다.

보폭의 길이는 Gliding 국면에서 우수선수는 일반선수에 비해 R-foot을 짧게 끌고, L-foot은 길게 끌면서 Gliding 국면 소요시간이 길게 나타났으며, throwing 국면에서는 우수선수가 일반선수에 비해 보폭이 긴 반면에 빠른 투사속도를 나타냈는데, 이것은 우수선수가 Throwing 국면으로 전환할 때 일반선수보다 더 빠르게 투사하면서 길게 밀어주고 있는 반면에 일반선수는 R-foot은 길게 하고 kicking하는 발인 L-foot은 짧게 하여 hopping이 되고 포환이 상하로 운동을 하게 되는 불필요한 동작이 이루어지고 있다는 것을 알 수 있으며, Throwing 국면으로 전환될 때는 오히려 우수선수보다 느리며 길게 밀어주지 못하고 짧게 끊는 것을 알 수 있다.

김태현(1994)은 오브라이언식 투법에 투포환 기록을 보면 제1보폭과 제2보폭의 길이를 비를 1:2로 한 그룹이 1:1, 2:1의 비율로 연습한 그룹보다 평균 기록이 가장 높게 나타났다고 보고하였고, 김상구 등(1985)의 포환던지기 동작 분석과 훈련방법에 관한 연구에서는 글라이딩 발을 지면에 가깝게 하여 몸 아래로 끌면서 가능한 한 긴 거리에 힘을 작용시켜야 효과적인 기술이 이루어지고 있음을 볼 때 우수선수의 글라이딩 국면은 긴 거리의 작용시간과 던지기 국면에서는 안정된 착지자세에서 빠르게 투사가 이루어지고, 리버스 국면에서는 끝까지 밀어주는 동작으로 인해 작용시간이 길게 나타난 것으로 사료되며, 일반선수는 hopping이 되는 불안정한 자세로 글라이딩 착지 후 Throwing 국면에서는 빠르게 끝까

지 떨어지지 못하는 비효과적인 동작이 이루어지고 있는 것으로 보아 기록향상의 영향을 미치는 것으로 사료된다.

2. 포환던지기 동작의 선운동 변인

1) 신체중심 위치변화

각 국면별 수평(y축)변화를 보면 Gliding, Throwing, Reverse의 모든 국면에서 유의한 차가 나타나지 않았고, 수직(z축)변화는 모든 국면에서 유의한 차이가 나타났다. 이것은 Gliding 국면에서 우수선수가 일반선수에 비해 신체중심높이를 낮추고 상체를 원만히 수평상태를 유지하면서 Gliding 동작을 수행하다가 Throwing 국면에서는 우수선수가 몸의 신체중심을 힘 있게 상승시키며 Reverse 국면까지 수평을 유지하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 각 이벤트별로 신체중심위치의 수평변화와 수직변화에서는 포환던지기의 기록에 영향을 미치는 구간인 Glide, Throw에서 우수선수와 일반선수간의 유의한 차이가 나타났다.

이는 Gliding 시 왼발은 비틀린 허리의 탄성을 유지하기 위한 브레이크 역할을 하여야 하고 오른발은 글라이딩의 신체중심높이를 유지하는 자세가 되어야 한다는 Cooper(1963) 연구와 Ecker(1976)의 글라이드한 발이 씨클 중앙에 착지하는 순간 무릎각이 약 90deg가 적정하다고 하였으며, 또한 글라이드한 발이 씨클 중앙에 착지하고 뒷발이 완전히 착지된 순간의 무릎각은 약 130deg 정도가 적절하다고 한 연구와 유사하게 나타났다.

2) 신체중심 속도변화

포환던지기의 오브라이언식 투법 동작 시 각 국면별 신체중심속도의 수평(y축)변화에서는 Gliding 국면과 Reverse 국면에서 유의한 차가 나타났고 Throwing 국면에서는 유의한 차가 나타나지 않았으며, 수직(z축)변화는 모든 국면에서 유의한 차를 나타내지 않았다.

이종훈(2002)은 남자 포환던지기동작의 운동학적 분석에서 경기력이 높은 선수는 신체중심의 추진속도가 크게 나타났고, 추진 각도가 작으면 수평속도의 성분이 크게 나타났다고 보고하였고, 이호정(1994)은 포환던지기 글라이드 동작에서 상·하지 분절 협응성의 운동학적 분석에 관한 연구에서 전 국면에 걸쳐 수직속도 요인보다는 수평속도의 점진적인 증가의 폭이 큰 것으로 보고하였다.

이는 본 연구에서 우수선수의 동작을 보면 글라이드 동작은 긴 거리 작용시간으로 인해 느리게 나타났지만 투사 시 폭발적으로 빠른 동작으로 진행하여 몸통 회전속도를 높이는 결과와 같이 유사하게 나타났다.

3. 포환던지기 동작의 각운동 변인

1) 상지관절의 각도변화

각 국면별 상지관절 각도변화의 본 연구결과 Gliding 국면과 Throwing 국면에서 우수선수와 일반선수가 R-elbow에서 유의한 차이가 나타났고, R-shoulder는 Gliding 국면에서만 유의한 차이를 보였고, 각 이벤트별 상지관절의 각도변화에서는 Glide와 Throw에서 R-elbow가 유의한 차이를 나타냈고, R-shoulder는 Ready에서만 유의한 차이를 나타냈다.

이호정(1994)은 포환던지기 글라이드 동작에서 상·하지 분절 협응성의 운동학적 분석에 관한 연구에서 각 국면별 상지분절은 주관절, 견관절 순으로 나타나 상·하지 분절의 협응성이 원활이 이루어지고 있는 것으로 보고하였는데, 이는 전체 국면에서 우수선수와 일반선수가 서로 큰 차이 없이 비슷한 양상을 보이고 있으나 결국 포환던지기 기록을 향상시킬 수 있는 방법 중 하나는 팔꿈치 관절의 속도를 빠르게 신전시키는 것이 기록 향상에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

2) 하지관절의 각도변화

각 국면별 하지관절의 각도변화를 보면 Gliding 국면에서 우수선수와 일반선수의 R-hip, R-knee, R-ankle 모두 유의한 차가 나타났고, Throwing 국면에서는 R-ankle만 유의한 차이가 나타났으며, Reverse 국면에서는 R-hip, R-knee가 유의한 차를 나타냈다. 그리고 각 이벤트별 하지관절의 각도변화는 Ready에서 R-ankle이 유의한 차가 나타났고, Glide와 Throw에서 R-hip, R-knee, R-ankle 모두 유의한 차가 나타나지 않았으며, Reverse에서는 R-hip, R-knee이 유의한 차이를 나타냈다.

이는 Ecker(1976)의 글라이드 최종 자세는 수직방향의 속도를 얻기 위한 동작이므로 무릎의 각을 90deg에 최대한 가깝게 해야 한다고 볼 때 Gliding 국면에서 우수선수가 R-hip, R-knee, R-ankle 모두 일반선수에 비해 낮은 각을 유지하였고, 전 국면에 걸쳐서 우수선수가 점증적인 각도변화와 낮은 무릎각을 유지하면서 수직방향의 속도를 얻도록 하는 최종자세와 비슷한 경향을 나타내는 것으로 사료된다.

3) 동체의 전후경각

포환던지기 동작의 Glide 이벤트에서 우수선수와 일반선수를 비교해 볼 때 우수선수의 전후경각이 낮게 나타났고 Throw 이벤트에서 우수선수와 일반선수 간 유의한 차이가 나타났다.

우수선수에 비해 일반선수가 동체의 전후경각이 더 굴곡 된 경향을 보였는데, 이는 전방으로 밀어내는 투사 동작 수행 시 우수선수는 고관절과 어깨를 편 상태로 동체를 민 반면에 일반선수는 고관절이 빠지면서 어깨가 굴곡이 되어 동체의 전후경각이 더 굴곡된 것으로 사료되며, 이순호(2002)의 포환던지기 글라이드는 신체의 수평 속도를 순간적으로 가속시켜 신체의 운동량을 포환에 연결시키는 동작으로 글라이딩에서 얻은 신체의 운동량은 지면에 착지되면서 허리의 비틀림의 탄성으로 연결되어야 하고, 연속적인 동작은 허리의 탄성에 의해 상체를 전방으로 밀어내는 동작으로 이어져야 한다는 보고와 유사하게 나타났다.

V. 결론

본 연구는 국가대표 경력이 있는 우수선수 1명과 2년 이상의 포환던지기 경력을 가진 일반선수 3명을 대상으로 선정하였고, 포환던지기의 효과적인 기술지도 및 경기력 향상을 위하여 오브라이언식 투법 동작을 준비자세부터 리버스 동작까지 DLT를 이용한 3차원 영상분석법을 이용하여 각 국면별 소요시간, 신체중심위치, 신체중심속도, 상지분절과 하지분절의 각운동 변인, 동체의 전후경각을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 국면별 소요시간은 Gliding> Throwing> Reverse 순으로 나타났으며, 보폭의 길이에서는 우수 선수가 일반선수에 비해 R-foot은 짧게 하고 L-foot은 길게 하여 가능한 긴 거리에 힘을 작용시켜 kicking하는 발이 호핑(hopping)이 되지 않고 포환이 상하로 운동 하게 되는 불필요한 동작을 하지 않는 것으로 나타났다.

2. 신체중심위치의 수직(z축)변화는 우수선수가 일반선수 보다 신체중심을 낮게 유지하다가 Throwing 국면에서는 신체중심을 더 높게 하는 것으로 나타났다.

3. 신체중심속도의 수평(y축)변화는 Gliding 국면에서 우수선수가 일반선수보다 느리게 나타났지만 이 후 Throwing 국면에서는 더 빠르게 하는 것으로 나타났다.

4. 상지관절은 R-elbow, R-shoulder 모두 우수선수가 일반선수에 비해 투사 시 더욱 크게 신전 시키는 것으로 나타났다.

5. 하지관절 각도변화의 Gliding 국면에서 R-hip, R-knee, R-ankle 모두 우수선수가 일반선수에 비해 작은 각을 유지하는 것으로 나타났다.

6. 포환던지기 오브라이언식 투법 시 동체의 전후경각은 우수선수에 비해 일반선수가 동체에서의 굴곡이 더 두드러지는 것으로 나타났다.

위와 같이 결론을 종합해 볼 때, 포환던지기 오브라이언식 투법 동작 시 Gliding 국면에서 보폭의 길이는 1:2 비율인 오른발은 짧게, 왼발은 길게 하는 것이 더 효과적이며 신체중심위치와 하지관절의 R-hip, R-knee, R-ankle의 각은 작게 유지하면서 긴 거리의 작용시간과 함께 허리의 탄성에 의해 상체를 전방으로 밀어내는 동작으로 Throwing 국면에서 상지관절을 빠르게 신전시킴으로 해서 기록향상을 가져올 것으로 사료되며, 이 연구의 결과가 연구대상자들의 운동경력과 경기력 차이, 즉 포환던지기의 기술적 숙련도 차이에서 기인하는 것으로 사료되나, 다양한 신체적 조건 등을 고려해 보다 많은 대상자를 선정해서 연구할 필요성을 제기한다.

또한 운동학적 분석뿐만 아니라 운동 역학적 분석을 통하여 글라이딩 동작 시 힘이 어떻게 작용하는지에 대한 다각적인 연구를 통해 기술 이해의 폭을 넓힘과 동시에 경기력 향상에 더욱 기여하는 연구들이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강주혁(2003). 포환던지기 자세가 기록 향상에 미치는 영향. 석사학위논문. 목포대학교 교육대학원.
- 김규완, 정용우, 노석규(2004). 포환던지기의 글라이드 형태별 지면반력 비교. 한국사회체육학회지, (21), 611-619.
- 김상구, 신성휴(1985). 포환던지기 동작분석과 훈련방법. 대한육련, (10), 93.
- 김태현(1994). 투포환 글라이드의 보폭이 기록에 미치는 영향. 석사학위논문, 1, 305-312.
- 국제육상경기연맹(IAAF)공식코칭가이드북(2008). 7.
- 권오금(1986). 포환던지기의 글라이드 동작분석. 미간행 석사학위논문. 전북대학교 대학원.
- 남상남, 최창국, 남청용, 김일곤, 안정훈(2003). 육상경기 아카데미. 대경북스.
- 노하래(2001). 우수선수와 비우수선수의 투포환 동작에 대한 운동학적 비교분석. 석사학위논문. 충남대학교 대학원.
- 박찬희(1988). 육상경기 지도사. 영남문화사, 185.
- 박찬희, 이기철, 박상갑, 김종인, 윤양진, 이중숙, 이재홍, 윤종관, 조규상(2001). 육상경기. 동아대학교 출판부, 113.
- 박철빈, 신길수(1974). 체력육성의 과학적기초. 서울 : 서울인쇄사.
- 백명기, 최대우(1982). 포환던지기 직전의 발 위치에 대한 실험적 연구. 충남대학교 충남과학연구지, 9(1), 159-161.
- 백승일(1983). 투척물의 종류에 따른 신체분절운동의 운동량 전달에 관한 연구. 상명여대 사범대학 논문.
- 신성휴(1980). 투포환의 기능학적 분석. 한국체육학회지, (19), 155-163.
- 안영한(1973). 육상 경기의 역학. 육상경기 월보, (7), 48.
- 안영한, 임호근(1973). 육상경기 지도론. 대전 : 호서출판사.
- 안영희(1970), 투포환 경기의 연습법. 대전공전논문집, 6, 79-85.
- 오봉석(2001). 육상 포환던지기 경기 중 최고기록 발현시기에 대한 연구. 한국체육학회지, 40(1), 398-408.
- 이순호(2002). 남·여 포환결승경기 참가선수 기술분석. 스포츠과학연구원.
- 이중훈(2002). 남자 포환던지기동작의 운동학적 분석. 한국학교체육학회지, 12(2), 85-92.
- 이재홍(1990). 포환던지기에 있어서 글라이드 턴이 기록에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 동아대학

교 교육대학원.

- 이창준, 김방출, 권성호(2006). 육상경기의 맥. 도서출판 무지개사, 머리말, 3-4.
- 이호정(1993). 포환던지기 Glide 동작에서 상·하지 분절 협응성의 운동학적 분석에 관한 연구. 석사학위논문. 명지대학교 대학원.
- 이혜채(1989). 포환던지기 동작의 생체역학적 분석. 석사학위논문. 전남대학교 교육대학원.
- 육상경기(1986). 대한육상경기연맹 신년호, 39-43.
- 육상경기(1987). 대한육상경기연맹 여름호.
- 육상경기코칭(II) (1984), 대한체육회 스포츠과학연구소, 274-280.
- 정병열(2004). 포환던지기 동작의 운동학적 분석. 한국체육교육학회지, 9(2), 273-284.
- 최용기(1985), 투포환의 운동학적 분석. 석사학위논문. 국민대학교 대학원.
- 홍순모, 오세진, 김혜영(1987). 글라이드 거리변화에 따른 포환던지기의 운동학적 분석. 한국체육대학 체육과학연구소 논문집, 6(1), 105.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). Direct liner transformation from comparator into object space coordinates inclose-range photogrammetry. Proceeding of the Symposium on close-range Photogrammetry(1-18). Falls church, VA: American society of photogrammetry.
- Cooper, J. M. (1963). Kinesiology. the C.V Mosby Comapny.
- Dyson, G. (1977). 감용환역, 육상경기의 역학, 대구 : 형성출판사, 1985.
- Ecker, T. (1976). Track and field technique through dynamics. Los Altos, California : News press.
- Geoffrey Dyson (1977). The mechanics of Athletic. New York : Holmes and publishers Inc.
- Hay, J. G. (1973). The Biomechanics of Sports Techniques. Prentice-Hall.
- Kwon, Y. H. (2004). KWON 3D Motion Analysis Package ver. 3.1 Seoul : Visol corp.
- Plagenhoef, s. c, Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. Research quarterly for Exercise and Sport, 54(2), 169-178.
- Robinson, C. F. (1975). Modern techniques of track and field. lea & Febiger.

<Abstract>

**A Comparison Kinematics Analysis of Shot-putting Motion between the National
Shot-putters and General Shot-putters**

moon, song-hee

Physical Education Major

Graduate school of Education, Jeju National University

Jeju, Korea

(Supervised by professor Ryew, Jae-chung)

The purpose of this study was to determine the most effective form of O'Brien style in shot put. Form was analyzed through 3 phases of the O'Brien style: reverse, gliding and throwing. Form was analyzed and compared between two test groups. One group consisted of one elite shot-putter, formerly a national team member, while the other group consisted of three general shot-putters experienced for over 3 years. Form was measured and analyzed using 6 variables: time variable, linear horizontal and vertical kinematic variables, center of gravity (COG), angular kinematic variable of the limbs, and angular kinematic variable of the trunk. The conclusion of this study is as follows.

1. Temporal variable

The duration of each phase was in order of longest to shortest: gliding, throwing, reverse. In the gliding phase, the elite shot-putter performed an acting force as long as possible to maximize force and stride length.

2. Linear horizontal and vertical kinematic variables

Analysis of horizontal velocity showed that the elite shot-putter was slower in the gliding phase and faster in the throwing phase than the amateur shot-putters. With respect to vertical velocity, the elite shot-putter was slower than the amateur shot-putters during the reverse and gliding phases. The elite shot-putter achieved this by avoiding unnecessary vertical motion, such as hopping, to maximize horizontal force application during these phases. During the throwing phase, however, the elite shot-putter had a greater vertical velocity than the amateur shot-putters. As a result of both horizontal and vertical kinematics, the elite shot-putter's COG was lower in the reverse and gliding phase but higher in the throwing phase when compared to the amateur shot-putters.

3. Angular kinematic variables of the limbs and trunk

1) The Angular displacement of upper limbs(hip, knee, ankle)

Analysis of the angular kinematic variable of the limbs showed significant statistical differences. In the gliding phase, the elite shot-putter maintained a smaller angle in R-hip, R-knee and R-ankle. Analysis throughout all three phases of O'Brien style showed that the elite shot-putter used a great range of motion, ROM, in R-elbow and R-shoulder.

2) Titled angle of anterior-posterior of trunk

Analysis of the angular kinematic variable of the trunk showed significant statistical difference. When measuring the tilted angle of the trunk in the coronal plane, amateur shot-putters used a greater ROM throughout the 3 phases of O'Brien style.

The results of this study demonstrate that O'Brien style form is more effective when L-foot stride is longer than R-foot stride in the gliding phase. O'Brien style form is also more effective when minimizing the R-hip, R-knee and R-ankle angle in the starting, reverse, position then quickly increasing the angular velocity into the throwing phases to maximize ROM and angular acceleration of the limbs.