



양궁 올림픽 라운드기록에 영향을 미치는 팔로 드로우 국면의 운동학적 요인 평가

Evaluation on Kinematic Factors Affecting Scores of Olympic Round Game during the Follow Through in Archery

하종규*(서울여자대학교) · 이재훈(한국체육대학교)

Hah, Chong-Ku*(Seoul Women's University) · Yi, Jae-Hun(Korea National Sport University)

국문 요약

이 연구의 목적은 올림픽 라운드기록에 영향을 미치는 운동학적인 요인을 구명하는 것이다. 대상자는 K 대학교의 숙련된 양궁선수 8명(나이: 20±1세 무게: 77±13kg, 신장: 178±5cm)이 참여하였으며, 올림픽 라운드 상황과 동일 조건에 준하여 개인별 12회 총 72회의 슈팅을 7대의 고속 적외선 디지털 카메라(MCU-240)로 촬영하였다. 그 결과 첫째, 기록별 견관절의 평균 각속도가 기록에 미치는 영향은 통계적으로 유의한($p=0.65<0.10$) 것으로 나타났으며 회귀식은 $y=-0.0637x + 17.074$ 이고 결정계수는 $R^2=0.874$ 이었다. 둘째, 견관절의 평균 각속도가 약 $120^\circ/\text{sec}$.에서 고득점이 분포하였다. 셋째, 견관절의 평균 각속도가 느려질수록 기록이 크게 나타났다. 결론적으로 회귀식은 정의역, $110^\circ/\text{sec} < x < 160^\circ/\text{sec}$.에서 견관절 평균 각속도가 낮을수록 기록이 증가하였고 약 87%의 설명력을 가졌다.

ABSTRACT

C. K. HAH, and J. H. YI, Evaluation on Kinematic Factors Affecting Scores of Olympic Round Game during the Follow Through in Archery. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 1, pp. 227-234, 2008. The purpose of this study was to investigate kinematic factors affecting scores of Olympic Round Game during follow through which was basic and important in archery. For this study, 8 male archers(20±1 yrs, 77±13 kg, 178±5 cm) of K university participated in the experiment. The seven infrared cameras (Qualisys MCU-240) were used to acquire raw data, and analyzed with Matlab6.5 for variables. The results were as follows: First, angular average velocity of shoulder joint affecting scores was a statistical significance ($p=0.65, p<0.10$), and the regression equation was $y = - 0.0637 x + 17.074$, and determinant coefficient $R^2 = 0.874$ respectively. Second, good records was acquired about $120^\circ/\text{sec}$. of angular average velocity of shoulder joint. Third, as records was lower and lower, a peak-pulse on angular average velocity of shoulder joint was great during follow through. In conclusion, the record was greater as angular average velocity of shoulder joint was smaller and smaller from $110^\circ/\text{sec}$. to $160^\circ/\text{sec}$. It is suggested that a lower angular average velocity of shoulder joint and no peak-pulse may obtain good scores during follow through.

KEYWORD : BACK TENSION, COEFFICIENT OF VARIATION, REGRESSION ANALYSIS, CORRELATION

I. 서론

기존의 양궁 경기방식은 관객의 흥미 유발이라는 측면에서 미흡한 방식이었다. 올림픽 경기에서 양궁이 생존하기 위해서는 친관객위주의 경기가 되어야만 했으며 이것은 필연적으로 경기방식의 변화를 초래하였다. 이 변화된 경기방식은 세계 정상의 남녀 64명의 궁사들이 서든 데스(sudden death)형태로 경기를 진행하는 것이다. 명명하여 올림픽 라운드방식은 흥미와 긴장감을 연출하여 이 경기 방식에 대한 올림픽 관객의 호응을 유도할 수 있었으며 1992년 바르셀로나 올림픽에서 최초로 커다란 성공을 거두었다.

세계 정상의 양궁 국가로서의 한국은 결코 선수들의 타고난 능력으로만 이루어진 것이 아니라 지도자의 치밀한 전략과 뼈를 깎는 노력의 결과물이라 할 수 있다. 이러한 정상의 자리를 유지하기 위하여 국제 경쟁력이 있는 조직 내 학습 및 연구개발(R&D)에 역량을 집중해야 한다. 이를 위하여 국내에 전문적이고 체계적인 연구기관이 양궁 기술(know-how)에 대한 정량적 자료의 데이터베이스화하여 시장을 지배하고 표준을 선도하는 것이 필요하다. 이러한 현실을 인식한 선각자들에 의하여 일부 연구가 이루어지고 있으나 미진하고 체계화되지 않은 것이 작금의 현실이다.

그러므로 기존의 FITA라운드(싱글, 더블)와 함께 올림픽 라운드 경기기록에 영향을 미치는 심리학, 생리학 및 생체역학 분야 등의 통합적 연구를 통하여 기술의 정량적 표준화가 절실히 필요한 실정이다.

양궁의 선행연구를 살펴보면 고속 카메라를 이용하여 클릭어 음에 대한 릴리스 동작의 반응시간을 측정 한 결과 반응 시간이 짧을수록 기록은 우수하였으나, 국가대표 선수와 대학선수 집단인 두 집단 간 반응시간의 차이는 없는 것으로 보고하였다(김진호, 1986). 그리고 숙련된 선수들 중 좀 더 우수한 선수를 구별하기 위한 연구에서 릴리스 순간 손가락의 동작과 화살이 활을 떠나는 동안 활을 들고 있는 손의 동작이 양궁의 경기력을 좌우하는 가장 중요한 요인이라고 강조하였다(Stuart와 Atha, 1990). 또한, 우수집단(여자 국가 대표선수)이 비 우수집단(고등학교 선수)에 비해 반응시

간이 짧았으며 기록이 가장 좋은 선수의 반응시간이 가장 짧은 것으로 보고하였다(서상완, 1991).

양궁의 동작은 스탠스, 셋트, 셋업, 드로잉, 풀 드로우, 릴리스와 팔로드로우로 나누어지며, 그 중 드로잉과 릴리스가 핵심을 이루는 기술로 이 두 가지 기술을 얼마나 정확하게 수행하느냐에 따라 기록이 좌우 된다. 그러나 숙련자의 경우 드로잉 기술의 편차가 거의 없으며, 릴리스 시 화살이 활을 떠나는 순간 화살의 움직임에 대한 연구에서 양궁선수의 경기력은 화살이 활을 떠나는 릴리스 구간에서 시위를 놓는 손가락의 움직임과 활을 지지하고 있는 손의 미세한 움직임에 의해 좌우 된다고 보고하였다(Kooi, 1997). 즉, 양궁선수에게 가장 중요한 기술은 릴리스 구간의 기술이며, 선수에 의한 활과 화살의 적절한 조화에서 최선의 경기력이 발휘된다고 강조하였다.

양궁은 엄격한 일관성을 필요로 하는 반복 운동으로 각 동작들을 연결하는 리듬감각, 자세, 집중력, 호흡조절, 힘의 분배, 장비 및 심리적 불안 등이 기록을 좌우한다(김진호와 김혜영, 2005, 2006). 그리고 양궁훈련은 부분기술을 한 가지씩 연습할 수 없으며, 경기의 특성상 스탠스에서 릴리스까지 한 동작에 이루어져야 하기 때문에 전체적인 기술을 하나의 기술로 인식하여 훈련을 하여야 하며, 특히 백 텐션(back tension) 기술의 신체적인 요소와 역학적인 관계를 심도 있게 연구하여 양궁선수로서 가져야 하는 신체적인 골격기능과 근육기능을 재정립하여야 한다고 하였다(김기찬, 2007).

백 텐션 구간 기술이란 “화살을 당겨서 턱 밑에 앵커를 하고 클릭어를 뽑아내어 슈팅하는 순간까지이다”라고 하였으며, 백 텐션의 운동 기능학적 메커니즘의 연구의 필요성을 역설하였다(김기찬, 2007). 한편, 이기식과 Robert de Bondt(2005)는 슈팅 이후 약 1~2초 간 백 텐션이 이루어져야 하므로 팔로드로우를 개별적인 동작으로 볼 수 없다고 하였다.

이재훈, 하종규, 류지선 및 김기찬(2007)은 광의의 백 텐션 국면(앵커링-딜리버리)에서 세계 2위 선수를 대상으로 동작특성을 평가한바 활과 손의 선변위는 거의 변화가 없으며 제2국면(릴리스-딜리버리)에서 기록에 대한 수평 평균 각속도를 단순 회귀분석한 결과, 주목할 만한 것은 정의역 $60^\circ/\text{sec.} - 120^\circ/\text{sec.}$ 에서 수평

평균 각속도가 증가할수록 기록이 높아진다고 하였으며 또한, 광의의 백 텐션 국면 중 제2국면(릴리스-딜리버리)에서 기록에 대한 평균 수평각속도를 단순 회귀 분석한 결과에서는 통계적($\alpha=.05$)으로 유의하다고 보고하였다.

드로잉 시 숙련자들의 경우 시위를 당길 때 팔의 근육을 사용하기 보다는 어깨의 삼각근과 등 근육을 주로 사용하기 때문에 직선운동을 하는 당기는 팔(drawing arm)은 앵커링(anchoring) 한 후 견관절을 축으로 회전운동을 한다. 그러나 자연스러운 백 텐션이 이루어지지 않을 시 현을 당기는 손에 불필요한 힘이 들어가 견관절의 회전운동에 의한 릴리스 동작이 아닌 손가락에 의한 잘못된 릴리스 동작이 야기된다. 견관절의 회전작용으로 이루어지는 팔로드로우는 선행동작에 대한 결과로써 자연스러운 팔로드로우가 이루어지지 않는다면 선행동작의 오류가 있음을 나타내므로 릴리스와 딜리버리를 연계한 동작의 평가는 의미 있는 것이라 할 수 있다.

이에 본 연구는 팔로드로우 국면에서 올림픽 라운드 기록에 영향을 미치는 운동학적인 요인을 구명하고자 한다. 이를 위하여 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

1. 활의 수직변위 변이계수가 평균기록에 미치는 영향
2. 견관절 요인과 기록
 - (1) 견관절 각변위와 기록의 산점도
 - (2) 견관절 각속도와 기록의 산점도
 - (3) 기록별 견관절 평균 각변위가 기록에 미치는 영향
 - (4) 기록별 견관절 평균 각속도가 기록에 미치는 영향

II. 연구방법

1. 연구대상

대상자는 서울 소재 K 대학교 양궁부에 소속된 선수 운동경력 8년 이상인 숙련된 남자선수 8명을 대상으로 선정하였으며, 이들의 신체적인 특성과 경력은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 특성

대상자	특성	경력(yrs)	연령(yrs)	체중(kg)	키(cm)
A		14	22	69	174
B		12	22	83	180
C		12	21	80	177
D		11	21	103	177
E		10	20	81	183
F		9	19	72	180
G		8	19	57	170
H		10	19	69	174
M		11	20	77	177
SD		2	1	14	4

2. 실험 방법

카메라의 정확한 마커 트래킹을 위해 상의를 탈의 시킨 후 <그림 1>과 같이 좌·우 견관절과 주관절, 손목관절, 고관절 및 손 분절에 14개의 마커를 부착하였으며, 활의 수직 변위를 분석하기 위하여 활의 쿠션 플런저(cushion plunger) 우측에 1개의 마커를 부착하였다.

3. 실험 절차

실험 전 모든 대상자들은 충분한 연습을 실시 한 후, 실제 경기 상황과 같은 조건으로, 올림픽 라운드 거리, 70m에 지름이 122cm인 국제양궁연맹(FITA)의 표준 표적을 놓았고, 세 발씩 4엔드(4 end)를 실시하여 드로잉 자세부터 활로 스로우 동작까지 8명×12회 = 72회의 슈팅과정을 촬영하였다.



그림 1. 마커 부착점

양궁경기는 자신의 근력 및 신체적 특성에 따라 개개의 부품을 다양하게 조합하여 사용하며 장비의 변화에 매우 민감한 경기이므로 실험에 사용된 장비는 제한하지 않았으며, 모든 장비는 평소 자신에게 익숙한 개인장비를 사용하도록 하였다.

운동학적 자료를 얻기 위하여 적외선 카메라 7대를 (ProReflex MCU-240, Qualisys, Sweden) 사용하였으며, 샘플링 율은 200 frames/sec.로 촬영하였다. 길이가 알려진 4개의 마크를 갖고 있는 L-프레임은 오른발 앞쪽의 오른쪽 구석에 놓아 전역좌표계로 정의했으며, 축은 상방 수직 쪽을 +Z, 운동 방향 쪽을 +Y, +Y에서 +Z의 오른나사 법칙에 따라 +X로 설정 하였다. 기지의 두 마크 wand(Wand)는 놓여진 L-프레임을 중심으로 촬영 범위의 각 카메라 시각을 스케일(Scale)하기 위해 캘리브레이션에 이용되었다.

4. 분석 국면 및 분석 변인의 정의

분석변인은 팔로우드로우 국면에서 활의 수직변위 및 견관절의 각변위이다. 이 변인들의 분석을 위하여 릴리스시점에서 팔로우드로우 동작이 끝나는 딜리버리까지를



그림 2. 분석 국면 및 이벤트

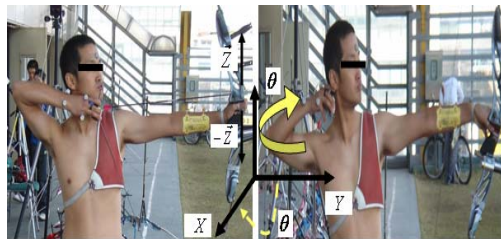


그림 3. 분석변인 정의

2이벤트 1국면으로 <그림 2>와 같이 설정하였다.

Event1: 견관절 회전운동 이루어지면서 화살이 손가락에서 풀어지기 시작하는 릴리스 시점

Event2: 팔로우드로우가 종료되는 딜리버리 시점

<그림 3>은 분석변인을 나타낸 그림으로써 시상면 상에서 활의 움직임인 수직변위를 분석하였으며, 수평면 상에서 몸통과 우측 상완분절이 이루는 견관절의 각변위를 분석하였다.

5. 자료처리

드로잉에서 팔로우드로우까지의 신체 랜드마크 마커에 대한 운동학적 자료는 이들 마커를 2차원 트래킹(Tracking)한 후 Qualisys system의 소프트웨어, QTM (Qualisys Track Manager)을 이용해 획득하였다. 각 카메라의 전체 구간에 대해 각 프레임의 각 마커에 대해 직교 좌표가 산출되었으며, 필터링의 영향을 최소화하기 위해 분석하고자 하는 프레임의 전·후 5프레임이 포함(buffer)되었다. 실제 슈팅 시 얻은 자료는 30Hz (Stuart와 Atha, 1990)의 차단주파수를 이용하여 저역 4차 버터워스(Butterworth) 필터링 방법으로 노이즈와 관련된 고역 주파수를 제거하였다.

6. 제한점 및 한계점

- 1) 개인별 체격, 심리 및 생리적 요인은 고려하지 않았다.
- 2) 대상자 수가 적어 일반화 하지는 못하였다.
- 3) 실험 당시의 풍향은 서풍이고 평균 풍속은 3.3 m/sec. 이었다.
- 4) 견관절 각변인은 수평면으로 제한하였다.

III. 연구결과

1. 활의 수직변위 변이계수가 평균기록에 미치는 영향

<표 2>는 팔로우드로우에서 활의 수직변위의 변동

표 2. 활의 수직변위 변이계수와 평균기록

대상자	특성	수직변이계수	평균기록(점)
A		0.07	9.33
B		0.05	8.58
C		0.07	8.92
D		0.07	9.42
E		0.13	9.17
F		0.07	9.50
G		0.14	9.08
H		0.07	8.92
M		0.08	9.12
SD		0.03	0.31

성을 나타내는 수직변위 변이계수와 기록을 나타낸다. 활의 수직변위 변이계수가 평균점수에 미치는 영향을 규명하기 위하여 활의 수직변위 변이계수(독립변인)에 대한 평균기록(종속변인)을 단순회귀분석을 수행한 결과 회귀식은 $\alpha=.05$ 와 $.10$ 에서 통계적으로 유의하지 않았다.

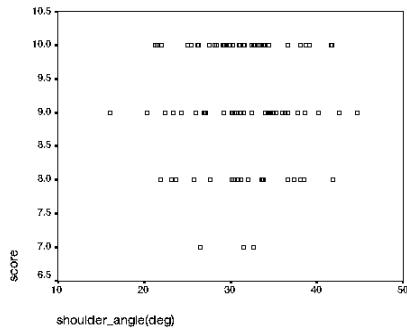


그림 4. 견관절 각변위와 기록

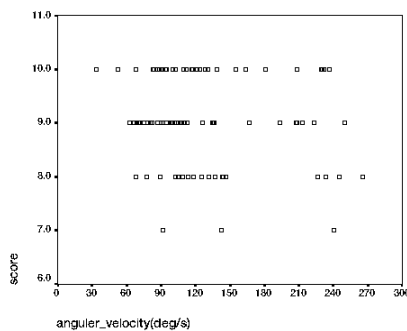


그림 5. 견관절 각속도와 기록

2. 견관절 요인과 기록

1) 견관절 각변위와 기록의 산점도

<그림 4>는 8명이 12회의 슈팅에서 얻어진 총 96개의 자료를 통해 견관절 각변위와 기록과의 산점도를 나타낸 것이다. 팔로우드로우에서 기록의 약 73%가 견관절의 각 범위 약 25 - 35° 에서 이루어졌다.

2) 견관절 각속도와 기록의 산점도

<그림 5>는 팔로우드로우에서 견관절의 각속도와 기록과의 산점도를 나타낸 것이다. 전체 기록의 약 36%가 각속도 약 90 - 110°/sec. 사이에 분포하였다.

3) 기록별 견관절 평균 각변위가 기록에 미치는 영향

<표 3>은 팔로우드로우에서 기록별 견관절의 평균 각변위와 평균 각속도를 나타낸 것으로써, 기록별 평균 각변위는 $31.22 \pm 0.74^\circ$ 로 기록별 큰 편차를 보이고 있지 않으나, 평균 각속도는 $135.02 \pm 18.42^\circ/\text{sec.}$ 로 기록별 편차가 있는 것으로 나타났다.

기록별 견관절의 평균 각변위가 기록에 미치는 영향을 분석하기 위하여 평균 각변위에 대한 기록의 단순회귀분석을 수행한 결과, $\alpha=.05$ 와 $.10$ 에서 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다.

4) 기록별 견관절 평균 각속도가 기록에 미치는 영향

<표 4>는 팔로우드로우에서 기록별 견관절 평균 각

표 3. 기록에 따른 평균 각변위(°) 및 평균 각속도 (°/sec.)

기록	평균 각변위	평균 각속도
7	30.24	158.12
8	31.79	141.54
9	31.80	118.98
10	31.04	121.44
M	31.22	135.02
SD	0.74	18.42

표 4. 견관절 각속도에 대한 기록의 회귀분석

b	β	t
-6.37E-02	-.935	-3.731*
상수 = 17.074		
F = 13.919*		
$R^2 = .874$		

$p < .10^*$

속도가 기록에 미치는 영향을 분석하기 위하여 견관절 평균 각속도에 대한 기록의 단순 회귀분석을 실시한 결과표이다. 회귀선의 적합도를 검증한 결과 $F=13.919$ 이며, $p=.65$ ($p<.10$)로 $\alpha=.10$ 에서 회귀식이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 결정계수, $R^2=0.874$ 로써 통계 분석에 이용된 사례들의 87.4%가 표본회귀선에 적합하다고 할 수 있다.

<그림 6>은 기록별 견관절 평균 각속도에 대한 기록의 회귀식을 나타낸 그래프이다. 견관절의 평균 각속도가 증가 할수록 기록이 감소하는 경향을 보였으며 회귀식은 $y=-0.0637x+17.074$ 이다. 또한, 기록은 각속도가 약 $120^\circ/\text{sec}$.되는 지점에서 9점과 10점을 보였다.

<그림 7>은 팔로우드로우에서 시간에 대한 기록별 견관절 각속도를 나타낸 그래프이다. 이 그래프의 특징은 기록이 낮을수록 견관절 각속도가 큰 경향을 보였으며, 9점과 10점에서는 거의 동일한 경향의 각속도를 보였다. 이것은 <그림 6>과 동일한 결과를 시사한다.

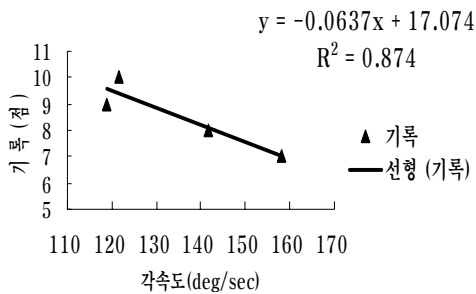


그림 6. 각속도에 따른 기록

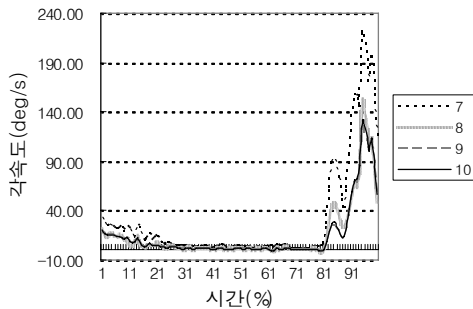


그림 7. 기록에 따른 각속도

IV. 논 의

양궁경기에서 가장 중요한 기술은 릴리스가 포함된 백텐션 국면에서의 효과적인 기술수행이다. 이를 위해 견대의 주동근 움직임에 의한 백 텐션과 팔로드로우 구간의 각 분절과 관절의 움직임이 기록에 미치는 영향을 살펴보는 것은 매우 유용한 것이다. 팔로드로우 국면에서 활의 수직변위와 평균기록과의 선형관계를 조사하기 위하여 활의 수직변위 변이계수(독립변인)에 대한 평균기록(종속변인)을 단순회귀 분석한 결과, 회귀식은 통계적으로 유의하지 않았으며 변이계수 범위도 작게 나타났다. 이는 엘리트 양궁 선수의 경기력 향상을 위한 슈팅 동작의 일관성에 관한 연구(김혜영과 김진호, 2005)와 일치함을 알 수 있었다. 그리고 백텐션 제2국면에서 세계 정상 선수의 활의 수직·수평 변위는 0이었고 릴리스 팔의 수직·수평 변위는 0.90 mm와 1.24 mm이었다(이재훈 외 3명, 2007). 이러한 결과는 숙련된 전문 양궁선수의 활의 수직변위의 변화가 매우 미세하기 때문에 기록에 영향을 미치지 않는다고 생각된다. 이것은 전문 양궁 선수들의 무수한 연습으로 인하여 활의 수직변위는 기록에 영향을 미치는 주요인이 아님을 시사하는 것이다.

기록에 따른 견관절의 평균 각변위는 $31.22\pm 0.74^\circ$ 로 나타나 기록에 따른 대상자들 간의 편차가 없는 것으로 나타났다. 이는 활의 수직변위와 평균기록과의 관계에서 나타난 바와 같이 대상자들 모두 숙련된 양궁 선수로써 동작에 따른 일관성이 유지되어 견관절의 회전 변화가 미세하게 나타난 것으로 생각된다.

기록(종속변인: y)에 대한 견관절의 평균 각속도(독립변인: x)를 단순 회귀분석 한 결과 통계적으로 유의 수준, $\alpha = .10$ 에서 유의하게 나타났으며, 이 회귀식의 결정계수는 $R^2 = 0.874$ 로써 87.4%의 설명력을 가졌다. 그리고 부적 회귀계수로 나타난 것으로 보아 견관절의 각속도가 정의역, $110^\circ/\text{sec} < x < 160^\circ/\text{sec}$.에서 감소할수록 기록이 높아지는 경향을 보였으며, 평균 각속도가 약 $120^\circ/\text{sec}$.에서 고득점이 분포되었다.

그러나 이재훈 외 3명(2007)은 세계 정상 선수의 기록에 대한 견관절의 평균 각속도에 대한 단순회귀분석

결과 각속도 구간, $60^{\circ}/\text{sec} < x < 120^{\circ}/\text{sec}$ 에서 정적 회귀계수를 보여 건관절의 평균 각속도가 커짐에 따라 기록이 증가한다고 하였으며 평균 각속도가 약 $120^{\circ}/\text{sec}$ 에서 고득점을 획득하였다(이재훈 외 3명, 2007).

이것을 비교하면 엘리트 선수의 팔로드로우가 세계 최고 정상 팔로드로우보다 빨리 수행되고 있으며 상대적으로 건관절 회전을 빨리하면서 릴리스가 발생한다고 할 수 있다. 또한, 평균 각속도가 약 $120^{\circ}/\text{sec}$ 에서 공통적으로 고득점을 획득하였다. 이것은 엘리트 선수는 현 상태보다 천천히 팔로드로우(백텐션 제2국면)를 수행하여야 하며, 세계 최고정상의 선수는 반대로 좀 더 빨리 팔로드로우를 수행하여야 고기록을 획득할 수 있음을 시사한다. 그러나 엘리트 선수들은 릴리스부터 릴리버리까지를 한 동작으로 연속적이고 일관성 있는 슈팅을 하지 못하고 다소 급하게 슈팅하여 기록이 낮아진 것으로 생각된다. 그러므로 정확한 슈팅을 위해서는 자연스러운 건관절 각속도 즉, 약 $120^{\circ}/\text{sec}$ 로 회전하면서 릴리스가 이루어져야 고득점 가능성이 커진다고 생각된다.

기록에 따른 평균 각속도의 패턴 유형에서 엘리트 선수의 특성과 세계 최고정상의 선수를 대상으로 이재훈 외 3명(2007)이 보고한 공통 특성은 평균 각속도의 피크 파형이 기록이 낮아질수록 커지는 것이다. 이는 앵커링 후 현을 당기는 팔과 신장된 현(extending chord)사이의 작용과 반작용(뉴턴의 제3법칙)에 의해 힘의 평형이 이루어져야하나 힘의 비평형으로 인하여 팔이 신장된 현의 탄성력에 끌려 야기되는 것으로 생각된다. 이러한 평균 각속도의 큰 변화량이 고득점 획득의 저해 요인이라 생각된다.

V. 결론

양궁 올림픽 라운드 기록에 영향을 미치는 운동학적 요인을 평가한 결과 요약 및 결론은 다음과 같다.

1. 활의 수직위치의 변이계수와 기록과의 상관관계는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 기록별 건관절 평균 각변위와 기록과의 상관관계

는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. 기록에 영향을 미치는 건관절 평균 각속도는 통계적으로 유의하게 나타났으며 회귀식은 $y = -0.0637x + 17.074$ 이었다.

4. 건관절의 평균 각속도가 약 $120^{\circ}/\text{sec}$ 에서 고득점이 분포하였다.

5. 건관절의 평균 각속도가 느려질수록 기록이 크게 나타났다.

결론적으로, 대상자들의 슈팅이 정확한 백 텐션 기술에 의해 이루어지지 않고 팔과 손가락에 의한 슈팅으로 인하여 빠른 건관절의 회전과 급작스런 릴리스를 범하는 오류를 탐지할 수 있었다. 향후, 이러한 오류 동작의 개선을 위하여 지도자는 대상자의 건관절 회전 속도를 감소시키는 훈련과 더불어 릴리스 자세에 대한 집중력과 주의력을 가지고 릴리스를 수행하도록 지도하여야겠다. 또한, 이러한 운동학적 요인과 양궁 선수의 주동근인 견대의 활성도를 가능하는 근전도와의 상호관계 및 인과관계 연구와 더불어 익스텐딩(extending; 앵커링-릴리스)국면에서의 힘에 평형에 대한 심층적인 연구도 수반되어야 하겠다.

참고 문헌

- 김기찬(2007). 양궁경기에서의 백 텐션(Back-tension)에 대한 고찰. **한국스포츠티서치**, 18(1), 337-348.
- 김진호(1986). **Clicker음의 리듬인지가 경기기록에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 김진호, 김혜영(2005). 숙련된 양궁 선수의 릴리스 동작에 대한 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 44(4), 415-424.
- 김혜영, 김진호(2006). 엘리트 양궁 선수의 경기력 향상을 위한 슈팅 동작의 일관성 연구. **한국체육학회지**, 45(5), 473-483.
- 서상완(1991). **양궁 선수들의 조준시 click 음에 대한 반응시간 비교 분석연구**. 미간행 석사학위논문. 한양대학교 교육대학원 .

- 이기식 & Robert de Bondt(2005). **Total Archery**. 경기도: 삼익스포츠.
- 이재훈, 하종규, 류지선, 김기찬(2007). 양궁 백 텐션 국면에서 최우수 양궁선수의 동작특성 평가. **한국운동역학회지**, 17(3), 197-207.
- Kooi B. W.(1997). Bow-arrow interaction in archery, *Journal of Sports Sciences*, 16, 121-131.
- Stuart J., & Atha J.(1990). Postal consistency in skilled archers. *Journal of Sports Sciences*, 8, 223-234.

투 고 일 : 1월 31일
심 사 일 : 2월 4일
심사완료일 : 3월 7일