



## 양궁 백 텐션 국면에서 최우수 양궁선수의 동작특성 평가

### Evaluation on Motion Features of the World's Second Archer during Back-Tension in Archery

이재훈 · 하종규\* · 류지선 · 김기찬(한국체육대학교)

Yi, Jae-Hun · Hah, Chong-Ku\* · Ryu, Ji-seon · Kim, Ki-Chan(Korea National Sport University)

#### ABSTRACT

J. H. YI, C. K. HAH, J. S. RYU, and K. C. KIM, Evaluation on Motion Features of the World's Second Archer during Back-Tension in Archery. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 3, pp. 197-207, 2007. It has been reported that Back-Tension played a significant role in archery (Lee & Bondit, 2005; Kim, 2007) but there are a few researches related Back-Tension in Korea recently. Therefore, the purpose of this study was to investigate archery back tension technique for the second ranked archer in the World and to find ways to improve performance. A subject(height: 185cm, mass: 82kg, years: 21yrs, careers: 12yrs) who is a number of national team and the second ranked archer in the World authorized by FITA (Federation Internationale de Trial Arc) was participated in this experiment. When shooting 60 shots(12×5), shooting motions were recorded with 7 infrared cameras and 2 ultrahigh-speed cameras. A QTM and an Auto Track were used to acquire raw data. The sampling rates of both cameras were 200 Hz. and 1000 Hz. respectively and data were filtered using a fourth order Butterworth low pass filtering with a cutoff-frequency of 30Hz. The parameters were calculated with Matlab6.5 and analyzed with SPSS11.0. After Pearson's correlations between 8 parameters were analyzed, 5 parameters from 13parameters that affected records were analyzed with multiple regression analysis (Enter order: x1, x2, x3, x4, x5). The results were as follows:

1. Comparing between parameters according to scores, the patterns of horizontal and vertical angular velocity(av.) of scapular relative angle was different between 8 score and 9 or 10 scores.

2. The correlations of parameters that affected records were a horizontal av.(x1,  $p=.032<.05$ ) and a vertical av.(x3,  $p=.033<.05$ ) of scapular from release to delivery in KB back-tension (anchoring-delivery).

3. The decision coefficients(R<sup>2</sup>) of above two parameters and three parameters selected by experts that may affect record, that is, an absolute trunk angle(x4) from in KKC back-tension (anchoring-release) and a horizontal relative scapular angle(x2) and an absolute trunk angle(x5) from release to delivery in KB back-tension were 7.7%(x1), 0.1%(x2), 8.5%(x3), 0.7%(x4) and 0.9%(x5) in sequence.

4. The multiple regression equation was a  $y = -1.16E-2 x_1 + 0.109 x_2 + 3.437E-2 x_3 + 6.139E-2 x_4 + 0.117 x_5 + 3.420$

In conclusion, a total contribution was low ,that is, R<sup>2</sup>(17.9%) suggested that on the one hand, Lim's motion may not depend on a certain factor because his postural factors affected shooting motion are some stable on the other hand, unknown factors may exist(e.g. psychological, physiological factors etc.).

Further study of EMG patterns of muscles and anatomic consideration related to shoulder girdle and scapular bones may help to identify mechanism of Back-Tension.

KEYWORDS : BACK TENSION, REGRESSION EQUATION, CORRELATION, EMG

## I. 서론

양궁경기는 스탠스(stance), 셋트(set), 셋업(set-up), 드로잉(drawing), 앵커링(anchoring), 에이밍(aiming), 릴리즈(release), 폴로드로우(follow through)의 동작이 연결된 경기로써 스탠스부터 슈팅까지 5~10초 이내의 짧은 순간에 경기력이 결정되며, 정적인 자세에서 동일한 동작을 지속적으로 반복하는 경기이다.

특히 양궁경기는 경기의 특성상 경기력향상을 위하여 부분기술을 한 가지씩 연습할 수 없으며, 스탠스에서 릴리즈까지 한 동작에 이루어져야 하기 때문에 전체적인 기술을 하나의 기술로 인식하여 훈련을 하여야 하며, 매우 미세한 움직임에 의해 경기력이 결정되는 경기이다(김기찬, 2007). 그러므로 최우수 선수의 운동학적 분석을 통한 미세한 움직임의 정량적 자료의 데이터베이스화가 절실히 요구된다. 그러나 짧은 순간의 미세한 움직임에 의한 양궁 동작에서 그 작은 변화를 찾기 위해서는 특별한 장비의 도움을 필요로 하기 때문에 양궁의 오랜 역사에 비해 양궁종목의 운동학 및 운동역학적 연구가 미비한 것이 사실이다.

그동안 경기력 향상과 관련하여 수행된 연구들을 살펴보면 김진호(1986), 서상완(1991)은 우수집단과 비우수 집단인 두 집단 간 클릭어(clicker) 음의 반응시간을 측정할 결과 반응시간이 짧을수록 기록이 우수하였다고 보고하였다. 김진호, 김혜영(2006)은 양궁경기는 한 게임이 끝날 때까지 수십 번 같은 동작을 반복해야 하므로 동작의 일관성이 승·패를 좌우하는 중목으로써 숙련된 선수일수록 동작의 일관성이 증가함을 밝혔다. 따라서 그들은 클릭어 음에 대한 반응시간은 반복훈련을 통해 일관성이 증가한 숙련자들에게는 변화정도가 크지 않으므로, 정확한 자세로 반복동작을 수행할 수 있는 일관성이 양궁의 경기력을 결정하는 중요한 요인이라고 보고하였다.

그러나 양궁의 경기력을 좌우하는 가장 중요한 요인이 릴리즈 순간 자세의 일관성이라고 생각한 Stuart와 Atha(1990)는 9명의 선수를 대상으로 드로잉에서 에이밍(aiming)까지 3차원으로 동작 분석을 실시한 결과 엘리트 선수의 동작은 반복적인 훈련을 통하여 일관성이

증가하기 때문에 단지 동작의 일관성이 경기력 향상에 영향을 미치는 주요인이라고 기대하기는 어렵다고 보고하였다. 그들은 릴리즈 순간 손가락의 동작과 화살이 활을 떠나는 동안 활을 들고 있는 손의 동작이 양궁의 경기력을 좌우하는 가장 중요한 요인이라고 보고하면서, 숙련된 선수일수록 그 밖의 요인도 고려해야 한다고 강조하였다. 또한 Kooi(1998)는 릴리즈 시 화살이 활을 떠나는 순간 화살의 움직임에 대한 연구에서 양궁선수의 경기력은 화살이 활을 떠나는 릴리즈 구간에서 시위를 놓는 손가락의 움직임과 활을 지지하고 있는 손의 미세한 움직임에 의해 좌우 된다고 보고하였다. 즉 양궁선수에게 가장 중요한 기술은 릴리즈 구간의 기술이며, 선수에 의한 활과 화살의 적절한 조화에서 최선의 경기력이 발휘된다고 강조하였다.

하지만 현재 일선의 지도자들은 오랜 기간의 현장경험과 연구를 통해 우수선수에게 가장 요구되는 기술은 견대와 견관절의 자연스러운 움직임을 이용하여 릴리즈를 하는 것이라 주장하였다(김기찬, 2007; 이기식과 Robert de Bondt, 2005). 즉, 승모근(Trapezius), 견갑거근(Levator scapulae), 전거근(Serratus anterior muscle) 등 견대(shoulder girdle)의 근육과 견관절의 근육들의 협응(coordination)을 통해 화살을 슈팅하는 것을 백 텐션(Back-tension; BT) 기술이라 정의하였으며, 정확한 백 텐션이 발현될 때 화살을 이상적으로 비행시킬 수 있다고 하였다.

김기찬(2007)은 백 텐션(BT)이란 화살을 당겨 고정하고 백 텐션의 기능에 의하여 견관절이 회전운동을 하면서 슈팅까지 이르는 동작을 말하는 것이라 보고하였다. 따라서 백 텐션 기능을 슈팅기술의 최후동작으로써, 화살을 클릭어에서 빼면서 활줄을 놓는 동작이 양궁기능의 핵심이라고 볼 때 그 동작을 일정하고 원활하게 이루어 내기위한 동작이라고 정의하였다(KKC-BT). 그리고 백 텐션 기능의 신체적인 요소와 역학적인 관계를 심도있게 연구하여 양궁선수로서 가져야 하는 신체적인 골격기능과 근육기능을 재정립하여야 한다고 역설하였다.

한편, 이기식과 Robert de Bondt(2005)는 경기력 향상을 위하여 완벽한 백 텐션이 이루어져야 한다고 하였다. 결국 백 텐션이란 이상적으로 화살을 비행 시키

는 수단이라고 하였으며, 자신이 정립한 새로운 백 텐션 이론을 KSL-BT이론이라 명명하였다.

이 이론에 의하면 완벽한 백 텐션을 하기위하여 선수의 활을 들고 있는 쪽의 견갑골과 화살을 당기는 팔의 견갑골이 붙으면 안 된다는 것이다. 이를 위해 선수는 견갑골을 붙이지 않으면서 화살을 클릭어에서 빼기 위해서는 현을 당기는 쪽의 견갑골을 뒤쪽 하단으로 내리면서 백 텐션이 시작되어야 한다. 또한 릴리즈 후 현을 당기는 손의 팔꿈치가 밑으로 떨어져야하며, 이러한 정확한 상태를 진정한 폴로드로우라 하였다. 결국 완벽한 KSL-BT은 정확한 폴로드로우로 확인이 가능하다고 주장하였다.

이재훈, 류지선, 김기찬과 하종규(2007)는 양궁경기는 직선운동과 회전운동의 결합으로써 릴리즈 시 숙련자들의 경우 시위를 당길 때 팔의 근육을 사용하기 보다는 어깨의 삼각근과 승모근 및 등 근육을 주로 사용한다고 하였다. 결국 직선운동을 하던 당기는 팔은 앵커링한 후 자연스럽게 견관절을 축으로 회전운동 하여야 한다. 그러나 견관절의 자연스러운 회전운동인 백 텐션에 의한 릴리즈가 이루어지지 않을시 현을 당기는 손에 불필요한 힘이 들어가 손가락에 의한 릴리즈가 이루어지게 되어 일관성 있는 릴리즈 동작이 이루어지지 않게 된다고 보고하였다. 또한 폴로드로우는 선행동작에 대한 결과로써 자연스러운 폴로드로우가 이루어지지 않는다면 선행동작의 오류가 있음을 나타내므로 백 텐션과 폴로드로우를 연계한 동작을 광의의 백 텐션동작으로 재정의(KB-BT)하여 견관절의 움직임이 기록에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다.

이상의 선행연구를 종합하여 볼 때, 반복훈련을 통해 일관성이 증가한 숙련자들에게는 클릭어 음에 대한 반응시간의 차이 및 동작의 일관성이 경기력에 따라 그 차이가 크지 않으므로 경기력 향상에 영향을 미치는 주요인이라고 기대하기 어려우며 릴리즈 구간이 화살의 비행과 조준점에 가장 많은 영향을 주는 중요한 동작이라는 것을 알 수 있다. 그러므로 백 텐션과 연계한 폴로드로우에 관한 양궁의 운동학적인 메카니즘을 확인할 필요가 있음에도 불구하고 양궁의 핵심적 기술이며 릴리즈의 결과인 폴로드로우와 연계한 연속동작에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 현재 FITA(Federation Internationale de Trial Arc)공인 세계랭킹 2위인 최우수 선수에 대한 KB-BT의 운동학적 요인을 구명하여 경기력에 영향을 미치는 요인에 대한 기초적인 자료를 데이터베이스화 할 필요가 있다. 또한 이러한 제반정보를 현장지도자 및 선수들에게 제공함으로써, 경기력 향상에 이바지하고자 한다. 이를 위하여 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

1. 슈팅 순간 활과 시위를 놓는 손의 패턴 변화
2. 기록에 영향을 미치는 요인들의 패턴분석
3. 백 텐션 구간의 요인들이 기록에 미치는 영향
  - 1) 몸통 각변위가 기록에 미치는 영향
  - 2) 견관절의 각변위가 기록에 미치는 영향
4. 활로드로우 구간의 요인들이 기록에 미치는 영향
  - 1) 몸통각 변위가 기록에 미치는 영향
  - 2) 견관절 각변위가 기록에 미치는 영향
  - 3) 견관절 각속도가 기록에 미치는 영향

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

이 연구의 대상자는 현재 국제양궁연맹(FITA) 공인 세계랭킹 2위인 A선수(신장 185cm, 체중 82kg, 연령 21세, 경력 12년)이다.

### 2. 실험방법

카메라의 정확한 마커 트래킹을 위해 대상자는 소매가 없는 상의를 착용한 후 <그림 1>과 같이 상지분절에 10개의 반사마커를 부착하였으며 활의 수평·수직 변위를 분석하기 위하여 활의 쿠션 플런저(cushion plunger)우측에 1개를 부착하여 총 11개의 마커를 부착하였다.

활과 릴리즈 하는 손 분절의 미세한 수평·수직 변위에 관한 자료를 얻기 위하여 초고속 카메라 2대

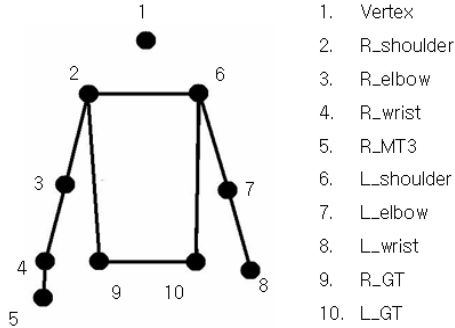


그림 1. 마커 부착점

(Speedcam Visario G1; Weinberger, Germany)를 사용하였으며, 샘플링률은 1000 frames /sec로 촬영하였다. 또한 운동학적 자료를 얻기 위하여 적외선 카메라 7대 (ProReflex MCU240; Qualisys, Sweden)를 사용하였고 샘플링률은 200 frames/sec로 촬영하였다.

### 3. 실험 절차

실험 전 대상자에게 실험내용 및 주의사항을 주지시킨 후 서면동의를 구하였다. 대상자는 충분한 연습을 실시 한 후, 국제 경기조건을 동일하게 하기위해 실외 양궁장에서 70m의 거리에 지름이 122cm인 국제양궁연맹(FITA)의 표준 표적을 놓았고, 세 발씩 4엔드(4 end)를 실시하여 12발씩 총 5라운드의 슈팅과정을 반복 촬영하였다. 이때 평균 풍속은 2.0 m/s이었다.

양궁경기의 특성상 장비는 경기력에 매우 민감하게 작용함으로써 실험에 사용된 장비는 평소 자신에게 익숙한 개인장비를 사용하도록 하였다.

L-프레임(frame)을 오른발 앞쪽의 오른쪽 구석에 놓아 전역좌표계로 정의했으며, 축은 상방 수직 쪽을 +Z,

운동 방향 쪽을 +Y, 오른나사 법칙에 따라 +X로 설정하였다. Wand는 놓여진 L-프레임을 중심으로 촬영 범위의 각 카메라 시각을 스케일하기 위해 캘리브레이션(calibration)에 이용되었다.

### 4. 분석 국면 및 분석 변인의 정의

#### 1) 분석국면 및 이벤트

분석 국면은 <그림 2>와 같이 2국면 3이벤트로 설정하였다.

- ① E1: 활을 당긴 팔의 위치가 얼굴 부위에 일정하면서 정확한 곳에 고정시키는 동작
- ② E2: 화살을 손가락에서 풀어주는 동작으로 화살의 비행과 조준점에 많은 영향을 주는 동작
- ③ E3: 플로드로우가 끝나는 순간

#### 2) 분석변인

분석변인은 <그림 3>과 같이 KKC-BT 국면과 플로드로우 국면에서 시상면상의 활과 현을 당기는 손의 수평·수직 변위, 우측 주관절-우측 견관절-우측 대전자가 이루는 견관절의 상대 각변위와 각속도, 수평면상에서 좌측 견관절과 우측 견관절과 우측 주관절이 이루는 견관절의 상대 각변위와 각속도 및 양측 견관절이 이루는 몸통 분절의 절대 각변위를 분석하였다.

### 5. 자료처리

앵커링에서 딜리버리까지 부착마커에 대한 운동학적 원자료는 소프트웨어 Auto Track(vannier photelec, French)과 QTM(Qualisys Track Manager)을 이용해 획득하였으며 이때 차단주파수는 30Hz (Stuart와 Atha,



그림 2. 분석국면 및 이벤트

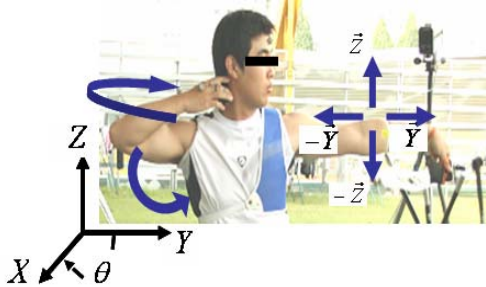


그림 3. 분석변인

1990)를 이용하였고, 저역 4차 Butterworth 필터 법으로 평활화 하였다. 그리고 운동학적인 변인은 Matlab6.5로 프로그래밍하여 산출하였다.

### 6. 제한점 및 한계점

- 1) 대상자의 심리 및 생리적 요인은 고려하지 않았다.
- 2) 이 연구는 일반화 연구가 아닌 사례연구이다.

## III. 결과 및 논의

### 1. 활과 손 분절의 수평·수직 변위의 패턴비교

<표 1>은 A선수(최우수 선수)가 현을 놓는 릴리즈 순간에서부터 화살이 활을 벗어나는 순간까지 손과 활의 수평·수직 변위의 패턴을 B선수(K대학선수)와 비교한 것이다. A선수의 활의 전·후(y축 방향)와 상·하(z축 방향)의 변위는 0.00mm로 나타난 반면, B선수의 경우 y축 방향 변위는 0.14±0.03mm와 z축 방향 변위 0.20±0.08mm 보였다.

현을 당기는 손 분절의 변위는 A선수의 경우 y축 방향은 1.24±0.13mm로 z축 방향에서는 0.90±0.09mm의 범위에서 움직임의 변화를 보였으며, B선수의 경우 y축 방향에서 0.7±0.01mm, z축 방향에서 0.58±0.20mm의 범위에서 움직임의 변화를 보이는 것으로 나타났다.

<그림4, 5>는 A선수와 B선수의 활의 y·z축 방향의 변위를 나타내는 그래프로써 릴리즈 이후 y·z축 방향에서 A선수는 변위 변화가 없는 것으로 나타난 반면

표 1. 활과 손 분절의 수평·수직변위 (단위:mm)

특점	국면	A		B	
		수평(y축)	수직(z축)	수평(y축)	수직(z축)
arrow		0.00	0.00	0.22	0.19
		0.00	0.00	0.13	0.08
M		0.00	0.00	0.18	0.14
	SD	0.00	0.00	0.06	0.08
release hand		1.15	0.97	0.71	0.44
		1.33	0.84	0.69	0.72
M		1.24	0.90	0.70	0.58
	SD	0.13	0.09	0.01	0.20

B선수는 y축 방향으로 변화가 있는 것으로 나타났고, z축 방향에서는 화살이 활을 벗어나는 순간에 미세하게 상승하는 것으로 나타났다.

<그림 6, 7>은 두 선수의 현을 당기는 팔(draw arm)의 손 분절 움직임 패턴을 보기위한 그래프로써 A선수의 y축 방향 변위는 릴리즈 순간 정적인 상태에서 손 분절이 지속적으로 후방으로 움직였다. 이는 A선수가 슈팅 순간 지속적인 백 텐션 동작을 수행하고 있음을 반영한 것이며, z축 방향 변위는 거의 움직임이

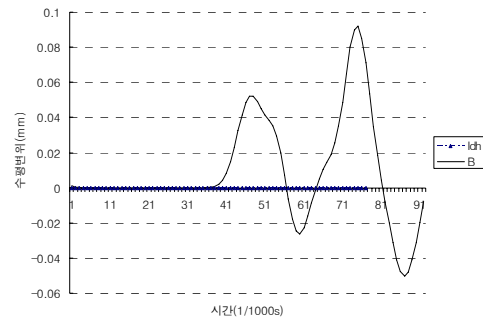


그림 4. 활의 수평변위

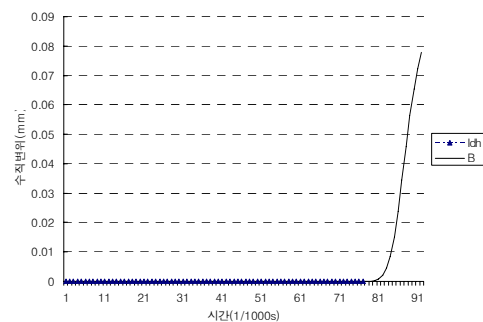


그림 5. 활의 수직변위

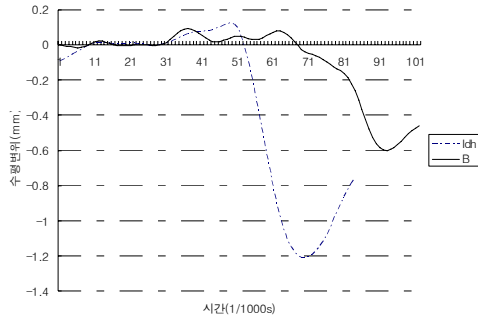


그림 6. 손 분절의 수평변위

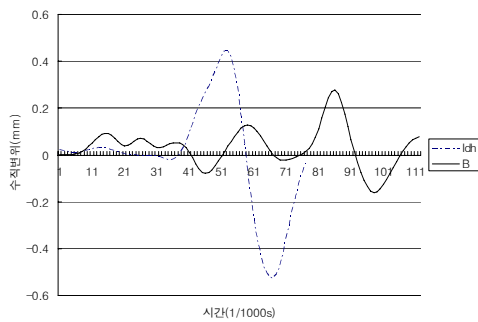


그림 7. 손 분절의 수직변위

없는 상태에서 다소 상승한 후 하강하는 것으로 나타났다. 반면 B선수의 y, z축 방향 변위의 변화 패턴은 A선수와 유사하게 모두 미세하지만 지속적으로 흔들리는 패턴을 나타내면서 화살이 활을 떠나는 순간 A선수와 유사한 패턴을 보이고 있는 것으로 나타났다. 이는 릴리즈 순간에서부터 화살이 활을 벗어나는 순간까지의 활과 릴리즈 하는 손가락의 움직임에 의해 경기력이 좌우 된다고 보고한 Kooi(1998)의 연구결과와 상이한 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 우수선수의 경우 활을 들고 있는 팔과 릴리즈하는 손 분절의 움직임이 슈팅 시 화살의 비행에 영향을 미치지 않지만 무수한 훈련을 통해 활과 손 분절의 움직임이 거의 없는 최우수선수에게는 경기력에 영향을 미치는 주요인이라 할 수 없는 것으로 생각된다.

## 2 백 텐션관련 요인 패턴비교

### 1) 득점에 따른 건관절의 평균 수평각 변화

<표 2>는 득점에 따른 건관절의 평균 수평각 변위

표 2. 건관절의 평균 수평각 변위 (deg.)

득점	국면			
	1국면	CV	2국면	CV
10점	2.55	19.27	32.36	5.87
9점	2.34	30.07	30.45	14.01
8점	2.67	28.78	31.43	11.53
M	2.52	26.04	31.41	10.47
SD	0.17	5.90	0.95	4.17

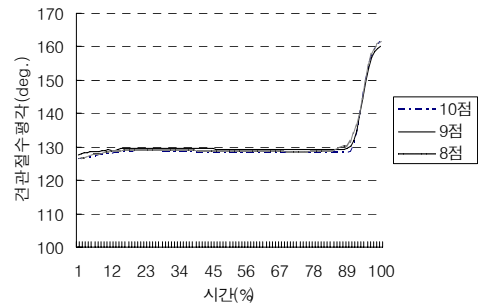


그림 8. 건관절의 수평각변위

및 변이계수(CV: coefficient of variation)를 국면별로 나타낸 것으로서, 표에 나타난 바와 같이 1국면과 2국면의 평균 수평각변위는 평균±표준편차가 2.52±0.17 deg, 31.42±0.95 deg로 나타나 득점별 편차가 크지 않은 것으로 나타났으나 변이계수의 경우 10점이 가장 작은 것으로 나타났다. 이는 A선수가 10점을 기록했을 때 정확한 백 텐션 동작을 구사함으로써 보다 일관성 있는 슈팅을 하였기 때문이라 사료된다.

<그림 8>은 득점에 따른 건관절의 평균 수평각변위의 패턴을 보기위해 몸통과 활을 당기는 팔의 상완분절이 수평면상에서 이루는 상대각 변위를 나타낸 그래프로써 <표 1>과 같이 1국면에서 건관절의 수평각 변위는 매우 미세하게 나타나고, 플로드로우 구간인 2국면에서 급격히 증가하는 일정한 패턴을 보여 득점별 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 이재훈 등(2007)의 연구결과와 동일하게 나타났다.

### 2) 득점에 따른 건관절의 평균 수직각 변화

<표 3>은 득점에 따른 건관절의 평균 수직각 변위 및 변이계수를 국면별로 나타낸 것으로서 1국면의 평균 수직각변위는 평균±표준편차가 7.59±0.29 deg, 2국면의 경우 29.08±0.98 deg로 나타나 건관절의 수평각

표 3. 견관절의 평균 수직각변위 (deg.)

득점	국면		2국면	
	1국면	CV	2국면	CV
10점	7.74	8.91	29.52	6.36
9점	7.26	15.27	29.77	7.68
8점	7.78	7.34	27.96	10.77
M	7.59	10.51	29.08	8.27
SD	0.29	4.20	0.98	2.26

표 4. 몸통 각변화 (deg.)

득점	국면		2국면	
	1국면	CV	2국면	CV
10점	6.71	13.12	1.22	64.93
9점	7.48	16.57	0.89	69.15
8점	6.44	12.63	1.00	45.19
M	6.87	14.11	1.03	59.75
SD	0.54	2.15	0.17	12.79

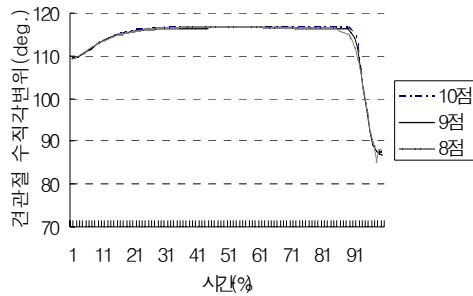


그림 9. 수직 견관절 .각변위

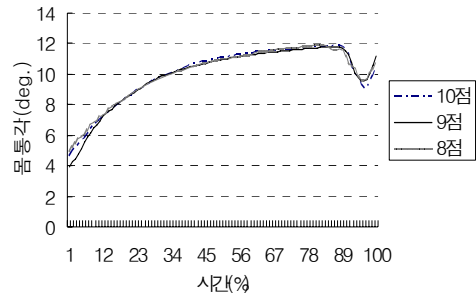


그림 10. 몸통 각변위

변위와 같이 득점별 편차가 크지 않은 것으로 나타났다.

변이계수의 경우 1국면에서는 8점이 가장 작고, 9점이 가장 큰 것으로 나타나 수평각변위와는 다소 다른 경향을 보였으나 2국면에서는 수평각변위와 같이 10점이 가장 작은 변화율을 보이는 것으로 나타나 견관절의 수평각변위와 같은 경향을 보이고 있다.

<그림 9>는 득점에 따른 견관절의 평균 수직각변위의 패턴을 보기위해 몸통과 현을 당기는 팔의 상완분절이 시상면상에서 이루는 절대각의 변화를 나타낸 그래프로써 릴리즈 순간까지 다소 상승한 후 릴리즈 이후 2국면에서는 29.08±0.98 deg. 감소하는 경향을 보이며 득점별 차이가 없는 것으로 나타났다.

### 3) 득점에 따른 평균 몸통각 변화

<표 4>는 수평면상에서 몸통각의 변화를 국면별로 나타낸 표로써 1국면에서 전체적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 폴로드로우 국면에서 미세하게 감소하는 것으로 나타났다.

<그림 10>은 수평면상에서 몸통이 x축과 이루는 절대각의 변화를 나타낸 것이다. 좌측 견관절이 x축 방향으로 진행되는 것은 활을 미는 팔과 몸통 골격을 해부

학적으로 정렬하여 안정된 자세를 취함으로써 에너지 소모를 감소시키면서 활의 반발력에 의해 활이 흔들리는 것을 감소시킬 수 있는 방법이다. 이러한 동작이 이루어지지 않을시 슈팅타임이 길어지고 심리적인 부담이 생기게 되어, 슈팅 시 견관절의 밀고 당기는 힘의 균형이 무너지게 되며 이로 인해 릴리즈 순간 활을 들고 있는 팔의 견관절이 후방으로 빠지면서 화살이 3시 방향으로 투사될 것으로 생각된다. 그러나 A선수의 경우 득점에 따라 변화가 없는 일정한 패턴을 보였다.

### 4) 득점에 따른 견관절의 평균 각속도변화

<표 5>는 득점에 따른 견관절의 수평·수직 평균 각속도 변화를 나타낸 것으로써 수평각속도의 경우 10점일 때 각속도가 다소 큰 것으로 나타나지만 변이계수의 경우 10점이 가장 작은 것으로 나타났다. 이는 견관절의 수평 각변위와 동일하게 백 텐션 동작에 따른 변화로 사료된다. 반면 수직각속도의 경우 미세하지만 각속도가 증가할수록 기록이 좋아지는 경향을 보이고 있으며, 변이계수는 8점이 가장 작고 9점이 가장 큰 것으로 나타났다.

<그림 11>은 득점에 따른 견관절의 평균 수평각속도의 변화를 나타낸 것으로 10점과 9점은 릴리즈순간



표 5. 특점에 따른 견관절의 평균 각속도 변화 (deg./s)

특점	국면		수직	
	수평	CV	수직	CV
10점	99.89	9.89	90.69	11.19
9점	89.49	16.79	87.46	13.71
8점	93.44	11.16	82.41	10.31
M	94.27	12.61	86.85	11.74
SD	5.24	3.67	4.17	1.77

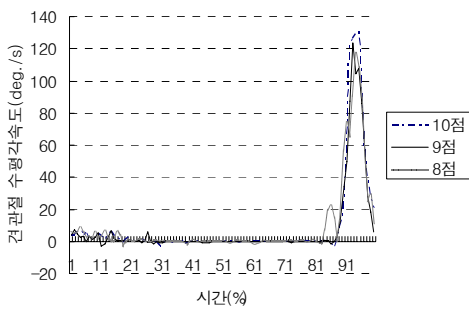


그림 11. 특점에 따른 수평각속도

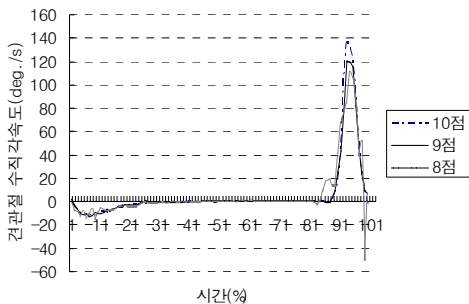


그림 12. 특점에 따른 수직각속도

각속도가 일정하게 증가한 후 감소하는 동일한 패턴을 보인 반면 8점은 다른 경향을 보이는 것으로 나타났다. 8점의 다소 낮은 파형은 결과적으로 플로드로우 구간의 동작을 한 번의 동작으로 연결하지 못하고 있음을 나타내며, 이로 인해 각속도의 평균이 작게 나타난 것으로 사료된다.

<그림 12>는 특점에 따른 견관절의 평균 수직각속도의 변화를 나타낸 것으로써 수평각속도 변화에서와 같이 10점과 9점의 경우 유사한 패턴을 보이고 있으나 8점은 다소 다른 경향을 보이고 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 8점일 때의 견관절 수평·수직각속도가 10점과 9점의 패턴과 상이하게 나타난 것은 견관절의 정

확한 백 텐션 동작에 의해 자연스러운 플로드로우가 이루어지지 않았음을 나타내고 있으며, 이로 인해 특점에 영향을 미친 것으로 생각된다.

### 3. 기록과 관련된 주요인 선정

양궁 전문지도자의 논의를 거쳐 기록에 영향을 미치는 8개의 요인을 예비선정하여, 선정요인들 간의 상관관계( $8 \times 8 / 2 = 32$ )를 실시한 결과 13개의 요인이 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 이중 기록과 직접적으로 관련이 있는 것은 2가지 요인(2국면 견관절의 수평, 수직각속도)이고 간접적으로 관련된 11가지 요인 중에서 재논의를 거쳐 최종 선택된 5개요인(1국면 견관절의 수직각, 2국면 견관절의 수평·수직 각변위, 1국면과 2국면의 몸통각 변화)과 기록에 직접적인 관련이 있는 2개 요인을 독립변수로 기록을 종속변수로 최종 선정하였다. 또한 상관관계를 실시한 결과 기록과 직접적으로 관련이 있는 것으로 나타난 2가지 요인 즉, 견관절의 수평·수직각속도는 이재훈 등(2007)의 연구결과와 같은 맥락으로 보여진다.

### 4. 기록에 영향을 미치는 요인 분석을 위한 다중회귀분석(선형)

#### 1) 단계적 선택법(stepwise)

<표 6>은 선정된 8개의 요인이 기록에 미치는 영향을 규명하기 위하여 단계적 선택법(stepwise)을 이용해 다중회귀분석을 실시한 결과이다.

8개의 요인 중 2가지 요인인 2국면의 견관절 수평각속도( $p=.006$ )와 2국면의 견관절 수직각( $p=.024$ )은 기록에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 결과는 플로드

표 6. 기록에 미치는 요인

변인	B	SEB	$\beta$	t	p
(상수)	4.413	1.602		2.754	.008**
2국면 견관절 수평각속도	.022	.008	.364	2.860	.006**
2국면 견관절 수직각	.097	.042	.296	2.321	.024*
F=5.285( $p<.05$ )*				R <sup>2</sup> =.156	

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



로우 국면의 견관절 수평각속도가 기록에 영향을 미치는 요인이라고 한 이재훈 등(2007)의 연구결과와 일치하였으며, 기록에 대한 2개 요인의 설명력은 15.6%로 나타났다.

2) 입력(Enter)방법

단계선택법에서 유의하게 나타난 2개요인 외에 기록에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위하여 강제 진입 방법인 입력방법으로 8개의 요인부터 요인을 1개씩 줄여가면서 수행한 결과 4개의 요인으로 구성된 모델이 유의하게 나타났다. 그러나 각 독립변수는 <표 7>과 같이 선택적으로 유의하였다. 2국면의 견관절 수평각속도는  $p=.30<.05$ 로 나타나 통계적으로 유의하게 나타났으며 이외의 요인들은 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다. 그러나 기록에 대한 4개 요인의 설명력은 16.3%로 나타났다.

5. 기록에 영향을 미치는 요인의 선형 및 곡선 회귀 모형의 비교

선형 회귀모형에<sup>1</sup> 부합되지 않는 요인의 패턴을 확인하기 위하여 <표 7>의 4개 요인을 곡선회귀모형으로 분석하였다.

<그림 13>은 기록에 대한 2국면 견관절 수평 각속도의 선형( $R^2=7.7%$ ) 및 곡선회귀모형( $R^2=7.7%$ )이다. 두 모형이 동일한 패턴으로 나타났으며, 각각의 유의 확률이 각각  $p=.32$ ,  $p=.10$ 으로 나타나 선형모형이 곡선회귀모형보다 적합함을 알 수 있다.

<그림 14>는 기록에 대한 2국면 견관절 수직각속도

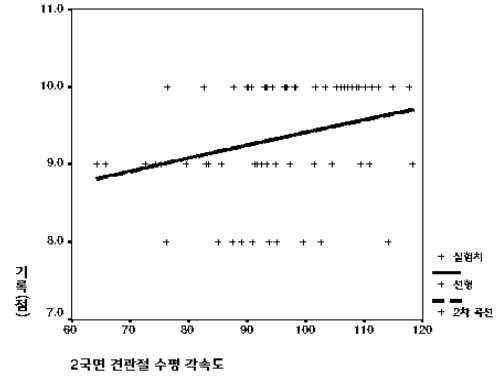


그림 13. 2국면 견관절 수평각속도

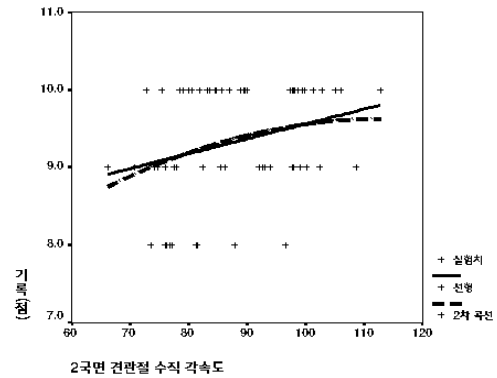


그림 14. 2국면 견관절 수직각속도

의 선형( $R^2=7.6%$ ,  $p=.03$ ) 및 곡선회귀모형( $R^2=8.0%$ ,  $p=.09$ )이다. 두 회귀모형 중 선형회귀 모형이 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 곡선회귀 모형에 비하여 설명력이 높은 것으로 나타났다.

<그림 15>는 기록에 대한 2국면 견관절 수직각의 선형( $R^2=3.5%$ ,  $p=.15$ ) 및 곡선회귀모형( $R^2=9.7%$ ,  $p=.06$ )이다. 견관절의 수직각도는 견관절의 각속도와 달리 곡선회귀모형이 선형회귀모형에 비하여 자료의 설명력이 높은 것으로 나타났다.

<그림 16>은 기록에 대한 1국면 몸통각에 대한 선형( $R^2=0.1%$ ,  $p=.81$ ) 및 곡선회귀모형( $R^2=0.4%$ ,  $p=.88$ )으로 두 모형 모두 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 이는 다른 모형으로 자료를 분석해야함을 시사하는 것이다.

이와 같이 자료를 분석할 때 특정 분석도구를 획일

표 7. 기록에 미치는 영향

변인	B	SEB	$\beta$	t	p
(상수)	3.761	1.986		1.894	.064
2국면 견관절 수평각속도	2.448E-02	.011	.412	2.231	.030*
2국면 견관절 수직각	9.840E-02	.053	.299	1.872	.067
2국면 견관절 수직각속도	-1.11E-03	.012	-.016	-.092	.927
1국면 몸통각	6.483E-02	.100	.092	.648	.520
F=2.676(p<.05)*				R <sup>2</sup> =.163	

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

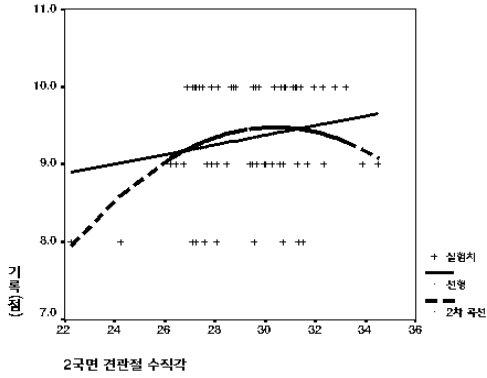


그림 15. 2국면 견관절 수직각

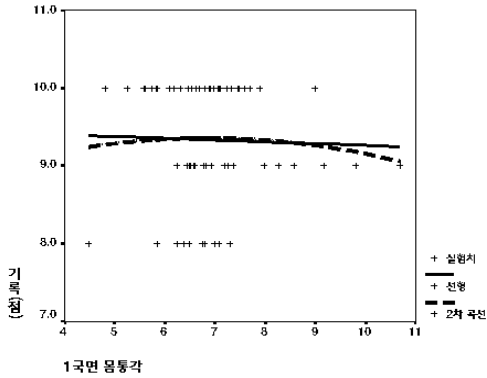


그림 16. 1국면 몸통각

적으로 사용할 경우 해석상의 오류가 야기될 수 있다고 사료되며 분석요인에 따라 분석도구의 선택을 신중하게 고려해야 한다고 생각된다.

#### IV. 결론

최우수 양궁선수인 A선수를 대상으로 효율적인 백 텐션(back-tension)요인과 기록에 영향을 미치는 주요인 을 분석한 결과의 요약 및 결론은 다음과 같다.

1. 릴리즈부터 슈팅 순간까지의 활의 수평·수직변 위와 릴리즈하는 손 분절의 수평·수직 변위는 변화가 없는 것으로 나타났다.
2. 득점별 견관절 및 몸통의 평균 각변위는 기록에

미치는 영향이 없이 모두 일관성 있는 패턴을 보였다.

3. 득점별 견관절의 평균 수평·수직 각속도의 패턴 은 10점과 9점에서 유사한 패턴을 보였으나, 8점은 상 이한 패턴을 보였다.

4. 기록에 영향을 미치는 요인은 단계선택법에서 2국 면의 견관절 수평각속도( $p=.006$ )와 2국면의 견관절 수직 각( $p=.024$ )으로  $p=.05$  수준에서 통계적으로 유의하게 나 타났으며 이 2개 요인의 설명력은 15.6%로 나타났다.

5. 기록에 영향을 미치는 요인은 입력방법에서 2국 면의 견관절 수평각속도는  $p=.03$ 로 나타나  $p=.05$  수 준에서 통계적으로 유의하게 나타났으며 이외의 요인 들은 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다. 그러나 기 록에 대한 4개 요인의 설명력은 16.3%로 나타났다.

6. 기록에 영향을 미치는 요인의 선형 및 곡선 회귀 모형에서 2국면 견관절 수평 각속도는 선형모형이, 2국 면 견관절 수직각과 2국면 견관절 수직각속도는 2차 곡선 모형이 자료를 잘 설명하며 1국면 몸통각은 선형 모형과 2차 곡선모형 모두 유의하지 않게 나타났다.

결론적으로 A선수의 슈팅동작은 매우 안정적이며 견관절의 수평각속도는 기록에 영향을 미치며 운동학 적적인 외에 미지의 요인이 존재한다고 할 수 있다.

향후, 운동학적 요인과 양궁선수의 주동근인 견대의 활성화인 근전도와와의 상호관계를 연구할 필요성이 있 으며 분석요인에 따른 적합한 분석도구 즉, 곡선회귀 모형, 시계열 분석 및 비선형 동역학 분석의 심층적인 연구가 이루어져야겠다.

#### 참 고 문 헌

김기찬(2007). 양궁경기에서의 백 텐션(Back-tension) 에 대한 고찰. **한국스포츠리서치** 18(1).

김진호(1986). Clicker음의 리듬인자가 경기기록에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교.

김혜영, 김진호(2006). 엘리트 양궁 선수의 경기력 향상을 위한 슈팅 동작의 일관성 연구. **한국체육학 회지**, 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, 류지선, 김기찬, 하종규(2007). 양궁의 백 텐션 기능이 기록에 미치는 영향. **2007춘계 한국운동역학회 국제학술대회 논문집**. 27-33
- Kooi, B.W. (1998). 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 : 7월 31일

심 사 일 : 8월 6일

심사완료일 : 9월 20일