Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 9. No. 5, pp. 239-246, 2018

ISSN 2233-4890
https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.5.239

양궁 슈팅 시 균형성과 운동학적 요인이 양궁 점수에 미치는 영향

안형승
한국체육대학교

Effects of Balance and Kinematic Factors on Archery Score during Archery Shooting

Hyung-Seung An
Korea National Sport University

요 약 본 연구에서는 양궁 슈팅 시 양발의 균형성과 상지 분절 및 관절의 운동학적 분석을 실시하여 점수에 따른 차이를 비교분석 하였다. K대학교 엘리트 양궁선수 9명을 피험자로 선정하였으며, 70 m 거리에서 122 cm 표적지에 각각 3발씩 5엔드를 반복 측정하였다. 7대의 적외선 카메라(Qualisys, sweden)와 2대의 지면반력기(Kistler, Switerland)를 사용하여 상지 분절 및 관절의 움직임과 힘의 작용점(center of pressure [COP])를 산출하였다. 연구결과 양궁 선수가 8점을 쐈을 때, 9-10점을 쐈을 때보다 드로잉 암(drawing-arm)의 팔굽관절 운동범위와 왼발의 좌우 COP 범위가 크게 나타났다($p<.05$). 양궁 경기에서 고득점을 유지하기 위해서는 지속적인 균형성이 요구되며, 특히 슈팅하는 순간 활을 지지하는 왼발의 균형성이 중요한 요인으로 작용한다. 또한 활을 지지하는 드로잉 암의 팔굽관절 움직임을 최소화하는 것이 안정적인 슈팅에 도움이 될 것이다.

주제어 : 양궁, 슈팅, 운동역학, 균형성, 운동학

Abstract In this study, we analyzed the balance of the both legs and the kinematic analysis of the upper limb segments and joints during archery shooting and compared the differences according to the scores. 9 K-university elite archery athletes participated. Each archer was asked to shoot 3-shots and 5-ends on a 122 cm target at a distance of 70 m. Seven infrared cameras (Qualisys, sweden) and two force plates (Kistler, Switerland) were used to calculate the upper limb segments and joint movements and the center of pressure (COP). When the archers shot 8 points, range of motion of elbow joint angle on drawing-arm and mediolateral COP range of motion on the left foot were larger than when 9-10 points were shot ($p<.05$). In order to maintain a high score in the archery game, constant balance is required, and the balance of the left foot supporting the bow during the shooting is an important factor. In addition, minimizing elbow joint movement of the drawing-arm supporting the bow will help stabilized shooting.

Key Words : Archery, Shooting, Sports Biomechanics, Balance, Kinematic

1. 서론

한국양궁은 1963년 제44회 전국체육대회에서 시범경기로 참가하면서 시작되었으며, 같은 해 7월 국제양궁연맹에 정식회원국이 되었다[1]. 현재 한국양궁은 세계 최고의 기량을 유지하며, 국위선양을 하고 있는 대표 운동종목 중 하나이다.

양궁은 Handle riser & Limb과 Arrow라는 장비를 이

*Corresponding Author : Hyung-Seung An (ahs8132@knsu.ac.kr)
Received April 3, 2018 Revised May 3, 2018
Accepted May 20, 2018 Published May 28, 2018

용하여 흔들림 없이 정확한 자세를 유지하며 화살을 자신이 원하는 목표에 맞추는 경기로, 안정된 상태에서 정확하고 일정한 슈팅 동작이 요구된다. 이것은 양궁에서 화살의 오차범위가 슈팅 순간의 작은 오차나 흔들림에도 큰 영향을 받으며, 화살의 비행거리가 멀어질수록 크게 나타나는 특성으로 인하여 슈팅 순간의 움직임이 기록에 중대한 영향을 미치는 것이다[2]. 반복적인 움직임이 나타나는 양궁의 슈팅동작은 일관성과 안정성이 매우 중요한 요소이며, 화살의 정확성을 높이기 위하여 적절한 힘의 배분과 자세의 균형, 안정된 호흡 등이 필요하고 이러한 요인들의 조화는 경기력에 직접적인 영향을 미친다[3,4]. 이렇듯 양궁은 선수 개인의 신체적, 정신적 요인에 직접적인 영향을 받으며, 주변 환경에서 오는 다양한 변수에도 민감하게 반응하여 경기의 흐름이 바뀔 수 있는 까다로운 종목이라 할 수 있다.

우선, 양궁 선수가 흔들림 없이 안정된 상태에서 슈팅 동작을 수행하기 위해서는 무엇보다 양발의 균형성이 중요한 요인이라 보고되고 있다. 우수한 선수일수록 균형성을 평가하는 척도인 힘의 작용점(center of pressure [COP])의 범위가 작게 나타나는 경향을 보인다고 보고되었다[5]. 또한, 경기력 수준에 따라 정적 균형성의 차이가 있으며, 정적 균형성 향상을 위한 훈련이 강조되고 있다[6]. 균형훈련이 양궁선수의 흔들림을 감소시키고 정적 균형성을 향상시켰으며, 기록에도 긍정적인 영향을 미친다고 보고됨에 따라[2,7], 양궁선수에게 균형성은 매우 중요한 경기력 요인으로 인식되어 왔다.

또한, 양궁 선수가 높은 점수를 획득하기 위해서는 기본자세를 정확하게 숙달해야 하며, 다른 스포츠 종목과는 달리 훈련과 경기 상황이 항상 같은 동작으로 반복됨에 따라 일관된 슈팅 동작이 무엇보다 중요하다. 양궁의 슈팅 동작은 닫힌 사슬 운동(closed kinetic chain) 형태로 이루어지며, 환경과 기후 변화에도 일정한 슈팅 능력이 요구되는 섬세한 동작이다. 경기력 수준에 따라 양궁 선수 상지의 운동학적 분석 연구에 따르면, 우수선수가 비 우수선수에 비하여 팔굽관절이 일관된 패턴으로 움직였다고 주장하였다[8]. 또한, 양궁 선수의 슈팅 동작에서 점수에 따른 어깨관절과 팔굽관절의 운동학적 비교, 분석을 실시한 연구를 살펴보면, 손 분절은 점수별 차이가 없었으나 어깨관절 각속도는 점수별 차이가 나타났으며, 특히, 10점과 9점은 8점과 상이한 패턴을 보였다고 보고하였다[9,10]. 어깨관절의 각속도가 점수에 미치는 영향을 살펴보고자 선형 회귀분석을 실시한 연구에 따르면, 그 결과 어깨관절 각속도가 작게 나타날수록 기록이 높게 나타난다고 주장하였다[11]. 양궁 슈팅 동작에서 나타나는 근 활성도 연구를 살펴보면, 경기력 수준에 따라 상지 근 활성도를 비교한 연구에서 우수한 경기력을 지닌 선수일수록 하부승모근의 활성도가 높게 나타났으나, 상완이두근과 상완삼두근의 활성도는 낮게 나타났다고 보고되었다[12]. 이것은 어깨관절을 비롯한 상지를 고정하고 슈팅 과정의 흔들림을 최소화시키기 위한 전략이며, 슈팅동작의 정확성과 일관성을 높이는데 긍정적인 영향을 미친다고 판단된다. 이와 더불어 우수한 양궁 선수의 경기력 향상을 위해서는 슈팅 동작 과정에서 나타나는 손가락 관절의 움직임의 중요성이 강조되고 있다[9,13,14].

이렇듯, 위 선행연구를 통하여 양궁 선수의 균형능력이 슈팅 동작의 안정적인 자세 유지에 긍정적인 역할을 하며, 상지관절의 흔들림을 최소화하는 것이 중요한 전략임을 알 수 있었으나 점수에 따른 균형성과 상지의 안정성을 복합적으로 살펴본 연구는 미비한 실정이다. 따라서 점수별 양발의 균형능력의 변화와 활을 지탱하는 왼팔과 활을 당기는 오른팔의 움직임을 다각적인 시각에서 살펴보고 양궁 경기에서 고득점을 연속적으로 획득하기 위한 전략을 모색할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 양궁 슈팅 동작에서 점수에 따른 양발의 균형성과 상지의 분절 및 관절의 움직임과 각속도의 차이를 분석하고 고득점을 획득하기 위한 전략을 모색하는데 목적이 있다. 이를 위하여 2가지 연구문제를 제시하고자 한다. 첫째, 양궁 슈팅 동작에서 점수에 따른 양발의 COP 범위와 속도를 비교한다. 둘째, 양궁 슈팅 동작에서 점수에 따른 상지관절의 움직임 범위와 속도를 비교한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구를 위해 실험에 참여한 대상자는 K대학교 양궁선수 중 경기경력이 10년 이상이며, 전국 규모 이상(국내・외)의 대회에서 입상실적이 있는 성인 9명(남자: 7명, 여자: 2명; 신장 평균: 176.67±7.14 cm, 체중 평균: 74.00±11.79 kg, 나이 평균: 22.45±1.13 yrs)으로 선정하였다.

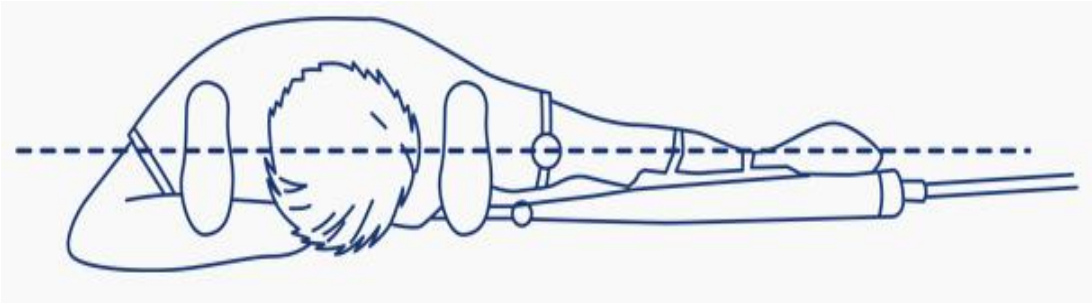

Fig. 1. Square stance [15]

2.2 실험 절차

대상자는 양궁 경기규칙에 따라 사전연습을 실시한 뒤 올림픽경기의 70 m 거리에서 122 cm 표적지를 향해 화살을 발사하였다. 이 때, 최종 파이널 라운드(finals round)를 가정한 3발씩 5엔드인 총 15회의 발사 기회를 부여하였으며, 시기별 발사 제한 시간인 20초가 넘지 않도록 제한하였다. 활은 핸들 라이저(handle riser)와 림(limb)그리고 사이트(sight)와 스태비라이저(stabilizer)가 있는 리커브 활 중 개인의 선호장비를 사용하도록 하였다. 발사를 위한 기본자세는 스퀘어 스탠스(square stance)로서 사선을 중심으로 양 발 끝이 표적 중심과 일직선이 되는 특정 자세이며 모든 선수가 동일하게 실시하였다(Fig. 1)[15]. 이때, 날씨 및 풍속 등 자연 조건은 동일한 상황이라고 간주하고 진행하였다. 운동학적 변인의 측정을 위해 발사가 이루어지는 선수 주위에 7대의 적외선카메라(MCU 240, Qualisys, Sweden)를 설치하여 200 Hz의 속도로 동작을 촬영하였으며, 이 때 균형성을 판단하기 위한 양발의 압력중심위치(COP)는 기본자세를 포함하는 2 대의 지면반력기(Type9286A, Kistler, Switerland; sampling rates: 2000 Hz)를 통해서 수집하였다.

세 가지 점수 변화(8, 9, 10점)에 따른 운동학적 차이를 확인하기 위해 30개의 상지분절 반사마커가 사용되었으며(Fig. 2), 활을 당기는 끝점인 앵커(Anchor)자세로부터 릴리즈(release)까지 나타난 드로잉 암의 각도변화, 각속도 및 보우 암 분절중심점의 이동변위를 살펴보았다. 상지 분절의 각도변화는 Visual3D software (C-motion, USA)를 이용하여 상완(upper arm)과 전완(forearm)의 분절 지역좌표계 3축 간의 회전각으로 수집하였다. 균형성을 판단하기 위한 압력중심(COP)의 계산은 지면반력기에서 제공되는 Fz, Mx, My 자료의 변환을 통한 (COPx=-My/Fz, COPy=Mx/Fz) 계산과정을 Matlab2016a (The Mathwork, USA)을 이용하여 산출하였다[16]. 실험절차는 선수가 총 15회의 활을 발사 하는 동안 나타난 점수 수준을 기록하고, 각 점수 수준에 맞는 운동학적 요인 및 균형성의 차이를 확인하였다.

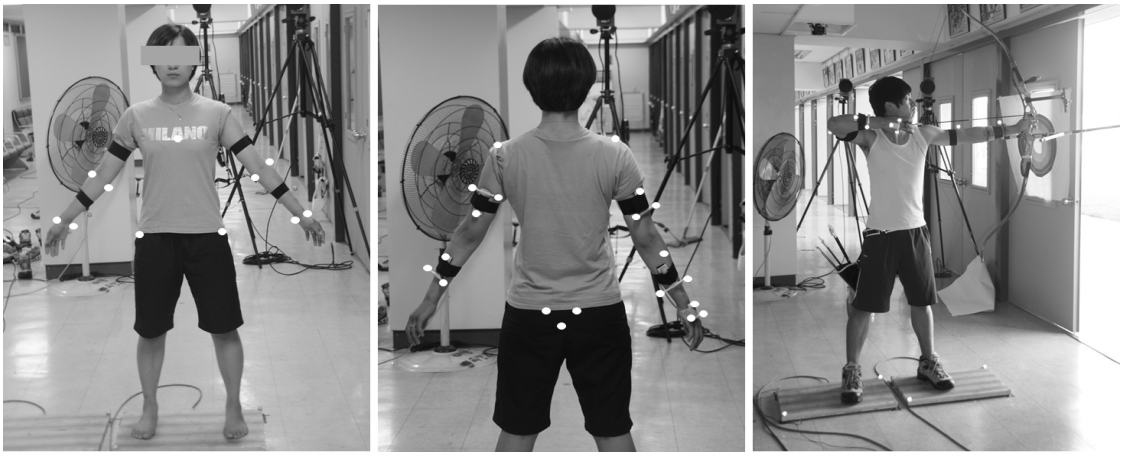

Fig. 2. Experimental set-up and reflective markers attachment position

2.3 자료 처리

양궁 슈팅 시 점수 변화에 따른 균형성 및 운동학적 변인을 산출하기 위하여 Qualisys Track Manager software (Qualisys, Sweden)와 Visual3D software (C-motion, USA)를 사용하였으며, Butterworth 2nd order low-pass filter로 smoothing 을 적용하고 차단주파수는 6 Hz 로 설정하였다. 지면반력 자료 역시 획득 과정에서 생긴 오차(noise)를 제거하기 위하여 Butterworth 2nd order low-pass filter를 실시하였으며, 이때 차단주파수는 50 Hz로 설정하였다. 차단 주파수 (cut-off frequency) 결정은 FFT (Fast Fourier Transform) 분석을 실시하고 주파수로 전환된 신호에 대해 PSD (Power Spectral Density)를 계산하여 누적된 PSD의 99.9% 수준을 각 신호 특성의 대표적인 것으로 간주하여 결정하였다. 지면반력 자료를 통해 추출된 COP 자료의 경우 선수의 해부학적자세(anatomical position)를 기준으로 사선에 해당하는 이동변위를 인체의 좌우축(mediolateral axis [ML]) 움직임으로 규정하고, 사선에 직교하는 방향의 움직임을 전후축(anteroposterior axis [AP]) 움직임으로 규정하여 기술구간에서 나타나는 균형성을 판단하였다. Fig. 3

2.4 분석 구간

양궁 슈팅 시 점수 수준에 따라 변화한 정적자세에서의 움직임을 분석하기 위하여 기본자세에서 활 시위를 당겨 조정이 들어가는 앵커(Anchor) 순간부터 활이 손가락에서 떨어지는 릴리즈(release) 순간까지를 분석하였다.

2.5 분석 변인

슈팅 시 보우 암의 운동범위(range of motion [ROM]) 측정하기 위하여 전완 및 상완 분절 중심좌표의 방향별 최대·최소 변위와 평균 선속도를 측정하였다. 또한 드로잉 암의 동작변화를 살펴보기 위해 팔굽관절의 굴곡(flexion)·신전(extension), 회내(pronation)·회외(supination) 및 손목관절의 굴곡·신전, 요골측 편위(radial deviation)·척골측 편위(ulnar deviation)의 각도와 평균 각속도를 산출하였다. 슈팅 시 균형성 평가요인으로는 두 대의 지면반력기에서 수집된 전·후, 좌·우 압력중심의 최대 이동변위 및 방향별 평균 선속도를 산출하였다.

2.6 통계 처리

세 가지 점수 수준에 따른 인체움직임의 특징을 찾기 위하여 반복측정 일원변량분석(One-way ANOVA with reapeated measure)을 실시하였으며, 사후분석은 Bonferroni 방법을 사용하였다. 이때, SPSS Ver. 22 software (IBM, USA)를 사용하였으며, 유의수준은 α=.05 로 설정하였다.

3. 결과

본 연구는 양궁 슈팅 시 세 가지 점수 수준에 따른 인체 움직임의 차이를 판별하고, 고득점에서 나타나는 동작의 특징을 살펴보고자 실시한 연구이다. 이를 위해, 상지 분절의 중심이동 변위와 관절의 방향별 각도 및 각속도, 압력중심위치의 이동변위와 선속도를 측정하여 득점요인의 특징을 찾고자 실시하였다. Table 1-6

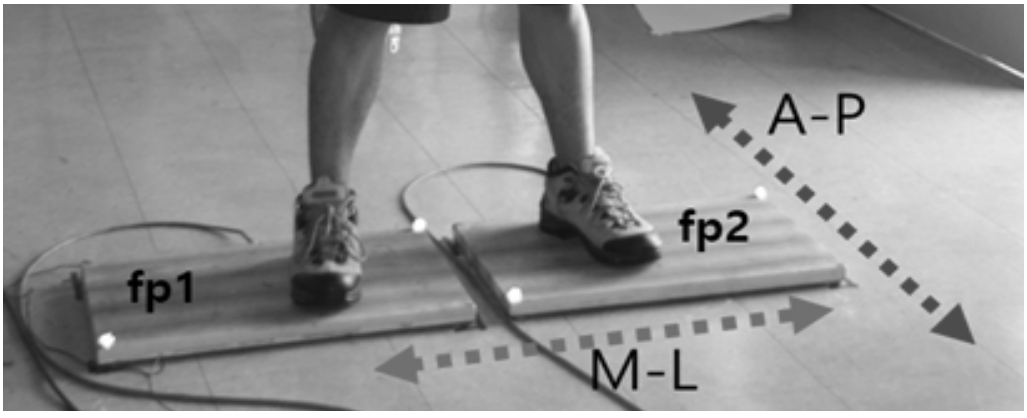

Fig. 3. Definition of anteroposterior (A-P) and mediolateral (M-L) COP direction (fp1: right force plate, fp2: left force plate)

Table 1. Displacement in the bow-arm (left) during archery shooting (unit: cm)

Displacement		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Upper arm	Mediolateral	2.19±1.39	1.72±0.97	1.83±1.27	*1.560*	*.245*	-
	Anteroposterior	1.38±0.51	1.23±0.49	1.33±0.60	*.245*	*.786*	-
	Vertical	2.14±1.25	2.10±1.29	2.22±1.32	*.273*	*.765*	-
Forearm	Mediolateral	3.47±3.37	1.99±0.89	2.35±1.18	*1.326*	*.297*	-
	Anteroposterior	1.39±0.50	1.18±0.52	1.37±0.76	*.478*	*.630*	-
	Vertical	6.28±4.30	5.64±3.23	5.65±3.95	*.708*	*.509*	-

Table 2. ROM in the drawing-arm (right) during archery shooting (unit: deg)

ROM		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Elbow joint	Sagittal plane	11.58±5.41	8.47±2.53	8.10±3.25	4.948	.024	a>b,c
	Transverse plane	14.24±4.84	13.26±4.06	13.13±4.82	.616	.554	-
Wrist joint	Sagittal plane	28.67±14.91	26.60±11.80	26.76±13.31	.640	.542	-
	Frontal plane	14.88±6.85	15.50±5.75	15.18±9.88	.114	.893	-

Table 3. Linear velocity in the bow-arm (left) during archery shooting (unit: cm/s)

Linear velocity		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Upper arm	Mediolateral	1.22±0.44	1.03±0.33	0.97±0.37	2.034	.168	-
	Anteroposterior	0.97±0.37	0.83±0.29	0.82±0.28	1.351	.291	-
	Vertical	1.40±0.86	1.30±0.72	1.27±0.65	.591	.567	-
Forearm	Mediolateral	1.46±0.69	1.09±0.37	1.06±0.34	2.654	.105	-
	Anteroposterior	0.86±0.39	0.75±0.36	0.77±0.29	.591	.567	-
	Vertical	2.90±2.00	2.65±1.61	2.42±1.36	.747	.492	-

Table 4. Angular velocity in the drawing-arm (right) during archery shooting (unit: deg/s)

Angular velocity		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Elbow joint	Sagittal plane	12.82±5.29	12.93±7.10	11.54±3.84	.443	.651	-
	Transverse plane	15.14±6.99	14.83±6.41	14.06±5.47	.196	.824	-
Wrist joint	Sagittal plane	16.77±6.13	16.26±5.90	15.48±7.70	.217	.808	-
	Frontal plane	12.94±4.96	12.17±5.18	11.46±5.13	.494	.621	-

Table 5. COP range during archery shooting (unit: cm)

COP range		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Right	Anteroposterior	9.74±5.65	10.99±4.63	13.94±8.42	1.522	.252	-
	Mediolateral	8.55±3.73	7.45±5.72	11.17±5.21	1.117	.355	-
Left	Anteroposterior	15.32±11.21	12.36±2.08	12.84±7.47	.412	.670	-
	Mediolateral	10.95±3.22	7.70±2.10	6.78±2.26	4.468	.032	a>b,c

Table 6. COP velocity during archery shooting (unit: cm/s)

COP velocity		8-point [a]	9-point [b]	10-point [c]	*F*	*p*	*Post-hoc*
Right	Anteroposterior	-0.93±1.71	-0.46±1.53	-0.90±2.11	.135	.875	-
	Mediolateral	0.08±2.31	-0.35±1.46	-0.23±2.83	.058	.944	-
Left	Anteroposterior	-0.45±3.26	-0.21±2.80	-0.30±2.23	.017	.984	-
	Mediolateral	-0.08±1.37	-0.39±1.94	1.13±2.16	1.127	.352	-

먼저, 슈팅 시 보우 암의 중심 이동변위는 3 방향 모두에서 세 가지 점수 간 통계적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 드로잉 암의 팔굽관절에 대한 굴곡·신전 가동범위는 통계적인 차이(p=.024)를 보이면서(8점: 11.58±5.41 deg, 9점: 8.47±2.53 deg, 10점: 8.10±3.25 deg) 높은 득점에서 보다 굴곡되는 것으로 나타났다(Table 2). 한편, 보우암의 선속도 및 드로잉 암에서의 각속도에서는 모든 요인별 통계적인 차이가 나타나지 않아 점수 간 유사한 결과를 보였다. 균형성을 판별하기 위한 COP 요인에서는 사선 앞쪽에 위치한 왼발의 좌·우 이동범위에서 7점의 결과(10.95±3.22 cm)보다 8, 9점(7.70±2.10 cm, 6.78±2.26 cm)이 낮은 좌·우 움직임 범위를 보이면서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=.032)(Table 5). 그 외 COP의 전·후 움직임 및 평균속도는 점수 별 유의한 차이를 보이지 않으면서 점수 간 유사한 것으로 나타났다.

4. 논의

본 연구는 양궁 점수에 따라 슈팅 동작 시 양발의 균형성과 상지 각 관절의 움직임과 각속도의 차이를 분석하고 고득점을 획득하기 위한 방법을 살펴보고자 하였다.

우선, 인체 균형성은 주로 COP의 변화를 수량화하여 평가하고 있으며[17,18], 이때, COP는 합수직력의 작용점으로 정의된다[19]. COP는 섬세한 움직임의 표현으로 주로 지지면 위에 나타나는 COP 크기로 묘사되며, COP 움직임 방향, 형태, 범위 그리고 평균속도가 주된 평가 요인이다[16,18,20]. 따라서 본 연구에서도 양궁 선수의 슈팅 동작에서 나타나는 균형성을 평가하기 위하여 양발의 COP 좌우, 전후 범위와 평균속도를 산출하였다. COP 움직임 범위를 살펴보면, 왼발의 좌우 범위는 8점에서 10.95±3.22 cm, 9점에서 7.70±2.10 cm, 10점에서 6.78±2.26 cm로 8점이 9점, 10점에 비하여 COP 좌우 범위가 통계적으로 크게 나타났다. 이를 통해 왼발의 균형능력이 10점과 9점에서는 차이가 없었으나 8점에서는 현저히 저하된다는 것을 알 수 있으며, 이것은 활을 슈팅하는 방향으로 왼발의 균형능력이 저하되는 순간 화살의 정확성이 떨어진다는 것을 의미한다. 따라서 양발서기 시 좌우 방향의 자세조절능력은 근 활동과 밀접한 관련이 있다고 보고한 연구와 같이[21], 양궁 슈팅 시 좌우 방향의 흔들림을 제어하고 균형성 향상을 위해서는 엉덩관절의 내·외전근 강화를 위한 하지근력 훈련이 필요할 것으로 사료된다[22]. 한편, COP 속도는 점수별 통계적인 차이가 나타나지 않았다. 이것은 COP 속도가 균형성을 유지하기 위한 근 활동량을 반영한다는 것에 비추어 살펴보면[16,18], 양궁 슈팅 동작은 정적인 자세를 유지하는 정적 균형성이 요구되는 동작임에 따라 근 활동량이 크게 나타나지 않으며, 슈팅 동작에도 직접적인 영향을 미치지는 않는 것으로 판단된다.

다음으로 드로잉 암의 팔굽관절 굴곡·신전 가동범위를 살펴보면, 8점에서 11.58±5.41 deg, 9점에서 8.47±2.53 deg, 10점에서 8.10±3.25 deg로 8점이 9점, 10점에 비하여 팔굽관절의 움직임이 통계적으로 크게 나타났다. 팔굽관절의 움직임도 10점과 9점에서는 차이가 없었으나 8점에서는 크게 움직임에 따라 점수에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 위 결과는 어깨관절의 움직임이 팔굽관절의 움직임에 비하여 점수에 영향을 크게 미친다고 주장한 연구[9-11]와 다른 결과가 나타났으나, 본 연구 대상자가 양궁 우수선수임을 고려해본다면, 경기력 수준이 높을수록 하부승모근의 활성도가 높게 나타나 어깨관절을 고정하고 슈팅 과정의 흔들림을 최소화 한다고 보고한 연구[12]와 같이 어깨관절을 고정시키는 능력이 전반적으로 우수한 것으로 판단되며, 슈팅 순간 드로잉 암의 팔굽관절 움직임을 최소화하는 것이 고득점을 위한 전략이라 사료된다. 그리고 손목관절의 가동범위와 각속도에서 점수 간에 차이가 나타나지 않은 것은 손목관절의 움직임이 양궁 슈팅 동작에 미치는 영향이 미비한 것이라 판단되며, 양궁 슈팅 동작은 손목관절의 움직임에 비하여 손가락관절을 이용하여 현을 당기는 훅킹 자세로 결정된다는 선행연구에 기인한 결과라 사료된다[23-25].

위 내용을 종합해보면, 양궁 경기에서 고득점을 유지하기 위해서는 지속적인 균형성이 요구되며, 특히 슈팅하는 순간 활을 지지하는 왼발의 좌우 균형능력이 중요한 요인이라 판단되며, 드로잉암의 팔굽관절 움직임을 최소화하는 것이 안정적인 슈팅에 도움이 될 것으로 사료된다. 향후 미세한 움직임으로 점수의 차이가 나타날 수 있는 양궁의 특성상 손가락 관절의 움직임을 살펴볼 필요가 있다. 또한 양궁의 주요 경기력 요인으로 대두되고 있는 심리상태[26] 또는 상지근육의 안정화[27] 등과 같은 내부적인 요인과 운동역학적 분석을 통한 기술분석의 융합연구가 이뤄진다면 한국 양궁의 경기력 향상에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구는 양궁 슈팅 시 세 가지 점수 수준에 따른 인체 움직임의 차이를 분석하고, 고득점에서 나타나는 동작의 특징을 살펴보고자 실시한 연구이다. 이를 위해, 상지 분절의 중심이동 변위와 관절의 방향별 각도 및 각속도, 압력중심위치의 이동변위와 선속도를 산출하였다.

그 결론은 다음과 같다. 첫째, 왼발 COP 좌우 범위는 8점이 9점, 10점에 비하여 통계적으로 크게 나타났다. 둘째, 팔굽관절의 굴곡·신전 가동범위는 8점이 9점, 10점에 비하여 통계적으로 크게 나타났다. 위의 결과를 바탕으로 양궁 경기에서 고득점을 유지하기 위해서는 지속적인 균형성이 요구되며, 특히 슈팅하는 순간 활을 지지하는 왼발의 좌우 균형성이 중요한 요인으로 작용한다. 또한 익스텐딩 기술을 사용하는 드로잉 암 팔굽관절 움직임을 최소화하는 것이 안정적인 슈팅에 긍정적인 역할을 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

[1] J. S. Kim & J. S. Baek. (2013). Life and Physical Activity of Korea Archery Frontier Seok, Bong-geun. *Journal of Sport and Leisure Studies, 51(1),* 11-23.

[2] J. P. Kim. (2000). The Correlation of the Physical Stability and the Performance of Archers in Non-shooting and Shooting. *Korean Journal of Sports Biomechanics, 10(1),* 133-147.

[3] J. H. Kim. & H. Y. Kim. (2005). Kinematic Analysis on the Release Movement for Expert Archers. *Korean Journal of Physical Eduaction, 44(4),* 415-424.

[4] T. McGuine. (2006). Sports Injuries in High School Athletes: a Review of Injury-risk and Injury-prevention Research. *Clinical journal of sport medicine, 16(6),* 488-499.
DOI: 10.1097/01.jsm.0000248848.62368.43.

[5] J. H. Kim. K. C. Kim. & H. S. An (2015). Comparisons between Expert and Non-expert Players' Balance in Compound Bow of Archery. *Sport Science, 33(1),* 11-18.

[6] C. S. Ha. M. H. Shin. & B. G. Kim. (2006). Analysis of Ground Reaction Force Set Up to Shooting Position for Improve Performance Archers. *Korean Journal of Sports Science, 15(1),* 817-828.

[7] J. P. Kim. (2008). The Effect of Balance Exercise on Postural Control and Shooting Record in Archers. *Korean Journal of Sports Biomechanics, 18(2),* 65-74.
DOI: 10.5103/KJSB.2008.18.2.065.

[8] J. H. Kim. (2010). Evaluation on Kinematic Factors of the Upper Limbs during Throwing in Archery. *Korean Journal of Sports Science, 19(3),* 1391-1398.

[9] J. H. Yi. C. K. Hah. J. S. Ryu. & K. C. Kim. (2007). Evaluation on Motion Features of the World's Second Archer during Back-Tension in Archery. *Korean Journal of Sports Biomechanics, 17(3),* 197-207.
DOI: 10.5103/KJSB.2007.17.3.197.

[10] H. S. An. & J. S. Ryu. (2017). Influence of Kinematic Factors for the Upper Limbs Affect Record during Extending in Archery. *The Korea Journal of Sport, 15(3),* 817-826.

[11] C. K. Hah. & J. H. Yi. (2008). Evaluation on Kinematic Factors Affecting Scores of Olympic Round Game during the Follow Through in Archery. *Korean Journal of Sports Biomechanics, 18(1),* 227-234.
DOI: 10.5103/KJSB.2008.18.1.227.

[12] H. Shinohara. & Y. Urabe. (2017). Analysis of Muscular Activity in Archery: a Comparison of Skill Level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.*
DOI: 10.23736/S0022-4707.17.07826-4.

[13] B. W. Kooi. (1998). Bow-arrow Interaction in Archery. *Journal of Sports Sciences, 16(8),* 721-731.
DOI: 10.1080/026404198366353.

[14] J. Stuart. & J. Atha. (1990). Postural Consistency in Skilled Archers. *Journal of Sports Sciences, 8(3),* 223-234.
DOI: 10.1080/02640419008732148.

[15] Korea Archery Association. (2018). *Archery Introduction: The rule of archery: Techniques: Basic posture.* Korea Archery Association(Online).
https://www.archery.or.kr/archer/archer/technique/posture.do.

[16] J. S. Ryu. (2010). Effects of Quiet Standing and Walking with High-heeled Shoe on the Balance. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 20(4),* 479-486.
DOI: 10.5103/KJSB.2010.20.4.479.

[17] J. S. Ryu. S. H. Yoo. S. K. Park. & S. H. Yoon. (2012). Comparisons between Skilled and Less-skilled Players' Balance in Hakdariseogi. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 22(1),* 55-63.
DOI: 10.5103/KJSB.2012.22.1.055.

[18] S. H. Yoo. & J. S. Ryu. (2012). Comparison between the Balance of Skilled and Less-Skilled Players during Successful and Failed Front Kick and Turning Side Kick Motions. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 22(3),*

285-293.
DOI: 10.5103/KJSB.2012.22.3.285.

[19] R. J. Doyle. E. T. Hsiao-Wechsler. B. G. Ragan. & K. S. Rosengren. (2007). Generalizability of Center of Pressure Measures of Quiet Standing. *Gait & Posture, 25(2),* 166-171.
DOI: 10.1016/j.gaitpost.2006.03.004.

[20] L. Rocchi. L. Chiari. & A. Cappello. (2004). Feature Selection of Stabilometric Parameters Based on Principal Component Analysis. *Medical and Biological Engineering and Computing, 42(1),* 71-79.

[21] N. Tanaka. A. Ishikawa. M. Yoshihira. & K. Hase. (2007). Relationship between Leg Muscle Activities and Medial‐lateral Balance in Tandem Stance. *Clinical Neurophysiology, 118(9),* e198.
DOI: 10.1016/j.clinph.2007.05.045.

[22] D. A. Winter. F. Prince. J. S. Frank, C. Powell. & K. F. Zabjek. (1996). Unified Theory Regarding A/P and M/L Balance in Qquiet Stance. *Journal of Neurophysiology, 75(6)*, 2334-2343.
DOI: 10.1152/jn.1996.75.6.2334.

[23] H. Ertan. B. Kentel. S. T. Tümer. & F. Korkusuz. (2003). Activation Patterns in Forearm Muscles during Archery Shooting. *Human Movement Science*, 22(1), 37-45.
DOI: 10.1016/S0167-9457(02)00176-8.

[24] H. Ertan. A. R. Soylu. & F. Korkusuz. (2005). Quantification the Relationship between FITA Scores and EMG Skill Indexes in Archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(2), 222-227.
DOI: 10.1016/j.jelekin.2004.08.004.

[25] A. R. Soylu. H. Ertan. & F. Korkusuz. (2006). Archery Performance Level and Repeatability of Event-related EMG. *Human Movement Science*, 25(6), 767-774.
DOI: 10.1016/j.humov.2006.05.002.

[26] S. N. Nam. & S. W. Park. (2014). The Effect of EEG and Physiological Changes to Participation in Progressive Relaxation Technique of The University Archery Players. *Journal of Digital Convergence*, 12(1), 467-473.
DOI: 10.14400/JDPM.2014.12.1.467.

[27] S. W. Yun. & J. H. Kang. (2017). Effects of Scapular Dynamic Stabilization Exercise Applying EMG Biofeedback on Upper Trapezius, Pectoralis Major and Serratus Anterior Activities. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(2), 61-65.
DOI: 10.22156/CS4SMB.2017.7.4.159.

안 형 승(Hyung Seung An) [정회원]

- 2004년 2월 : 한국체육대학교 체육학과 (양궁)
- 2010년 2월 : 한국체육대학교 운동역학 (체육학석사)
- 2014년 8월 : 한국체육대학교 운동역학 (박사수료)
- 2011년 ~ 2012년 : Georgia 양궁 국가대표팀 총 감독
- 2013년 ~ 2018년 : 한국체육대학교 양궁부 조교
- 관심분야 : 양궁, 운동역학, 스포츠 과학, 동작 분석
- E-Mail : ahs8132@knsu.ac.kr