

플라잉디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 동작의 운동학적 특성 비교

김미향¹, 박종철^{2*}, 변경석³

¹국민대학교 스포츠산업레저학과 부교수, ²한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구실 선임연구위원, ³벡터바이오 대표

A comparative analysis of the kinematical characteristics of Forehand & Backhand Flying Disc Throwing

Mee-Hyang Kim¹, Jong-Chul Park^{2*}, Kyung-Seok Byun³

¹Associate Professor, Department of Sports Industry and Leisure, Kookmin University

²Senior Researcher, Department of Sport Science, Korea Institute of Sport Science

³President, Vector Biomechanics

요약 본 연구는 플라잉디스크의 포핸드와 백핸드 던지기 동작에 대한 정량적 기초자료를 제공하기 위해 수행하였으며 이를 위해 3차원 동작분석 기법을 활용하여 운동학적 변인을 산출하였다. 연구 변인을 종합하여 분석한 결과 플라잉디스크는 멀리 던지는 것뿐만 아니라 정확하게 던지는 것이 중요하므로 P2와 P3에서는 전방으로의 이동을 제어하고 관절의 회전 운동에 집중해야 하는 것으로 나타났다. 또한 효율적인 회전 운동을 위해 골반에서 몸통으로 회전력 전이가 중요한 것으로 판단된다. 포핸드는 상지 관절의 움직임을 주로 활용하여 던지기 동작을 수행하는 반면 백핸드 던지기는 비교적 몸통 및 골반의 회전을 주로 활용하여 던지는 것으로 나타났다. 본 연구의 정량적 자료를 바탕으로 플라잉디스크 현장 교육을 위한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

주제어 : 플라잉디스크, 포핸드, 백핸드, 관절각도, 운동학

Abstract This study was to provide quantitative basic data on the forehand and backhand throw movements of flying disks. For this purpose, the kinematic variables were calculated using the three-dimensional motion analysis system. A comprehensive analysis of the study variables showed that it is important to throw flying disks accurately as well as far away, so in P2 and P3 it is necessary to control forward movement and concentrate on the rotation of the joints. In addition, rotational force transfer from pelvis to body is considered important for efficient rotational movement. The forehand was found to mainly utilize the movement of the upper extremity joint to perform throwing motion, while the backhand throw was found to be relatively utilized for the rotation of the torso and pelvis. Based on the quantitative data of this study, we hope that it can be used as a basic material for on-site training of Flying Discs.

Key Words : Flying disc, Forehand, Backhand, Joint angle, Kinematic

*This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea support Sports Science Convergence Project(NRF-2015M3C1B1034538)

*Corresponding Author : Jong-Chul Park(clebell@naver.com)

Received November 6, 2019

Revised December 9, 2019

Accepted December 20, 2019

Published December 28, 2019

1. 서론

플라잉디스크(Flying Disc)는 하늘을 나는 원반이라는 의미로 1940년대 파이 접시를 던지고 받으면서 놀 수 있는 놀이로 시작되었으며, 이후 1984년 스웨덴, 아일랜드 등 22개국이 모여 세계플라잉디스크연맹(World Flying Disc Federation; WFDF)을 창립하고 유럽선수권 대회 개최를 통해 단순한 놀이를 넘어 스포츠로 자리매김 하는 계기가 되었으며 현재 (준)가맹국은 약 50여개 국으로 1989년에는 디스크골프와 얼티미트 경기가 IOC가 후원하는 '월드 게임즈'의 시범종목이 되었다[1].

남녀노소 누구나 쉽게 접할 수 있기 때문에 학교스포츠클럽에서 활성화되고 있으며 2013년 1월 교육부에서 집계한 전국학교스포츠클럽 대회 종목 만족도 조사에서 1위를 차지할 만큼 인기가 있는 스포츠이다[2]. 플라잉디스크는 체력과 건강증진 뿐만 아니라 집중력, 도덕성, 리더십 등 다양한 교육적 가치를 내재하고 있으며, 실제 학교체육에서 자발적인 체육수업 참여를 통해 긍정적인 교육 효과를 보인다고 보고되고 있으며[3, 4], 실내외 모든 공간에서 활용이 가능하고 놀이의 개념에서 스포츠까지 다양하게 응용이 가능해 스포츠 저변확대 측면의 가치가 매우 높다고 할 수 있으며, 특히 얼티미트 경기는 경쟁적 스포츠로 활용 가능성이 매우 높게 평가되고 있다[5].

플라잉디스크와 관련된 연구는 주로 학교 체육활동의 효과검증과 비행궤적과 공력(aero dynamic)특성 분석 등 유체역학적 관점에 초점을 맞추어 진행되어왔으며 [6-8], 무동력 비행물체인 플라잉디스크의 운동특성 등의 분석을 통해 무인항공기(UAV) 제어를 위한 기초연구로 진행되었다[9]. 최근 IoT 산업발전과 함께 모듈을 탑재한 디스크 개발 등 단순한 놀이를 넘어 실시간 비행특성 분석 등 첨단 스포츠로의 발전을 위한 연구도 진행되고 있다[10]. 이러한 연구들은 주로 비행 중 나타나는 디스크의 움직임에 대한 특성 연구로 국한되어 있었고 최초 비행궤적을 만들어내는 인간이 플라잉디스크를 던지는 동작에 대한 정량적 연구는 매우 부족한 상황이다. 따라서 선행연구의 유체 역학 관점에서 분석한 플라잉 디스크의 궤적뿐만 아니라 운동역학적인 관점에서 던지기 동작을 수행하는 인간의 움직임에 대한 연구도 같이 수행한 융복합적인 자료가 필요하다. 다른 스포츠 종목의 경우 3차원 동작분석 기법을 활용한 운동역학적 분석이 지속적으로 수행되고 있으나[10-12] 플라잉디스크 종목에 대한 운동역학적 연구는 전무한 실정이다.

플라잉디스크 던지기 동작과 유사한 원반 던지기 동작

에 대한 정량적 분석 연구는 과거에 진행되어 왔으나 [13-18] 원반 던지기는 원반을 멀리 던지는 것에 목적이 있다면 플라잉디스크는 목표 지점에 정확하게 던지는 것에 초점을 두기 때문에 선행 연구 자료를 토대로 플라잉 디스크 현장 지도에 활용하기에는 어려움이 있다.

플라잉 디스크 던지기 기술의 그림은 대표적으로 포핸드, 백핸드, 업사이드 다운 그림으로 분류할 수 있으며 던지는 목적에 따라 다양한 던지기 기술을 수행하게 된다[19]. 특히 플라잉디스크의 던지기 기술은 포핸드와 백핸드 그림을 자주 활용하며 가장 기초가 되는 기술이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 플라잉디스크에서 가장 기본이 되는 동작인 포핸드와 백핸드 던지기 동작의 운동학적 특성 규명을 통해 플라잉디스크 현장 교육을 위한 기초 자료로 활용하고 최적의 비행궤적을 만들 수 있는 자세를 연구하고 모델을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상자

본 연구는 플라잉디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 동작 시 나타나는 운동학적 변인을 정량적으로 규명하기 위해 대한민국플라잉디스크연맹에 등록되어 있는 선수로서 경력이 3년 이상인 남자 선수 5명을 선정하여 수행하였으며 자세한 피험자의 정보는 Table 1과 같다.

모든 피험자의 우세손은 오른손으로 선정하여 모집하였다. 본 측정에 앞서 연구 대상자에게 연구의 목적 및 주의사항을 설명하고 측정을 수행하였다. 본 연구는 K대학 연구윤리 위원회(IRB)에서 승인 후 실험을 실시하였다.(KMU-201701-HR-133)

Table 1. Characteristics of subjects

Age (yrs.)	Height (cm)	Weight (Kg)	Experience (yrs.)
23.4±1.2	173.4±8.03	68.8±7.2	4.2±0.7

2.2 측정 장비

플라잉디스크 포핸드와 백핸드 동작에 대한 3차원 동작 분석을 위해 적외선 카메라(Oqus7+, Qualisys, SWE) 14대를 활용하였으며, 디스크 릴리즈 지점의 이벤트 선정을 위해 비디오키메라(Oqus2C, Qualisys, SWE) 1대를 활용하였다. 3차원 분석을 위한 좌표 산출을 위해 캘리

브레이션 키트(Calibration kit, Qualisys, SWE)를 활용하였으며, 이때 촬영속도는 200 frames/sec으로 설정하였다.

2.3 실험 방법

적외선 카메라를 활용한 3차원 동작 분석을 위해 총 57개의 반사 마커(Reflective marker)를 인체의 관절 및 분절에 부착하였으며 12개의 관절과 15의 분절로 분류하여 정의하였다. 반사마커의 부착위치는 Fig. 1과 같다.

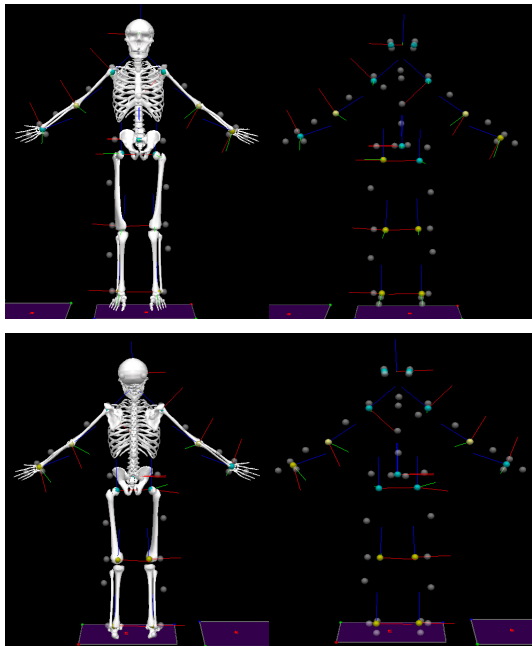


Fig. 1. Position of reflective markers

2.4 자료 처리

3차원 동작분석 자료처리는 QTM(Qualisys Track Manager)과 Visual3D(C-motion, USA) 소프트웨어를 활용하여 운동학적 변인을 산출하였다. 공간좌표의 산출은 NLT(Non-direct Linear Transformation) 방법을 활용하였으며 좌우방향을 X축, 전후방향을 Y축, 수직방향을 Z축으로 설정하였다. 반사마커 위치 좌표 값을 획득함에 있어 대상자의 피부 떨림(Skin movement)으로 인해 발생하는 노이즈 제거를 위해 Butterworth 4th order lowpass filter cut-off frequency 10 Hz의 필터를 적용하여 노이즈를 제거하였다.

자료 분석을 위한 이벤트 설정은 총 4개의 시점으로 분류하였으며 Event 1은 릴리즈 2보 전 (SLS : Second

last step), Event 2는 릴리즈 1보 전 (LS : Last step), Event 3은 디스크가 손에서 떨어지는 시점 (DR : Disc Release) 그리고 Event 4는 던지기 동작이 마무리되는 시점으로 지면의 전후축과 팔이 180도가 되는 시점 (FT : Follow Through)으로 설정하였다. 분석 국면의 정의는 총 3개의 구간으로 분류하였으며 SLS에서 LS까지 구간을 Phase 1(P1), LS에서 DR까지의 구간을 Phase 2(P2), DR에서 FT까지의 구간을 Phase 3(P3)로 정의하였다(Fig. 2 참고).

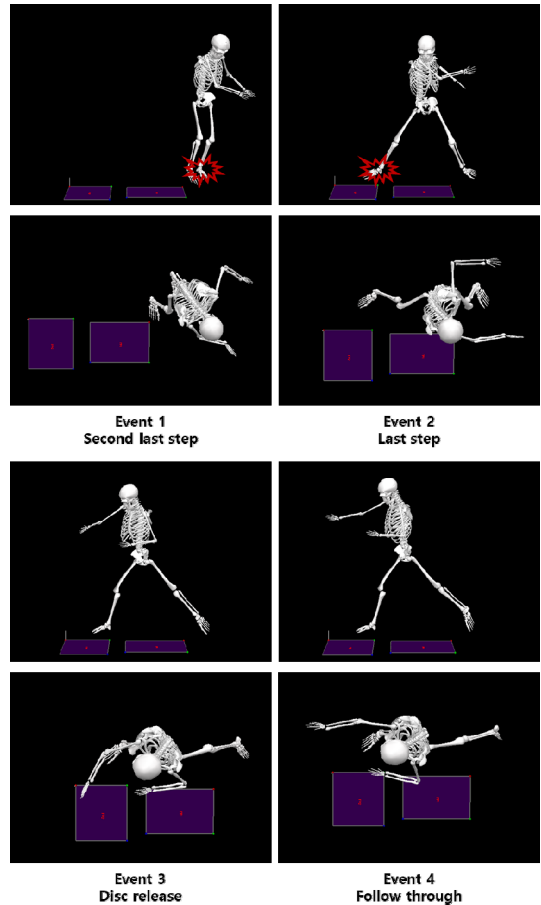


Fig. 2. Defining events and phases

2.5 분석 변인

본 연구에서는 플라잉디스크 던지기 동작에 대한 정량적 자료를 수집하기 위해 각 구간별 소요시간, 신체중심(Center of mass) 위치 변화, 관절(어깨, 팔꿈치, 손목) 및 분절(골반, 몸통) 각도 변화를 산출하였다.

2.6 통계 처리

본 연구에서는 플라잉디스크 던지기 동작을 수행함에 있어 나타나는 운동학적 변인에 대한 평균 및 표준편차를 산출하여 제시하였다.

3. 연구결과 및 논의

본 연구에서는 플라잉디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 동작에서 나타나는 운동학적 변인을 산출하였으며 이에 대한 결과는 다음과 같다.

3.1 소요시간

플라잉 디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 시 나타난 소요시간은 Table 2와 같다.

Table 2. Duration time (Unit : sec)

	Forehand	Backhand
P1	0.37±0.13	0.32±0.09
P2	0.19±0.03	0.18±0.03
P3	0.04±0.00	0.02±0.00
Total	0.61±0.15	0.51±0.10

전체 소요시간은 포핸드 0.61초, 백핸드 0.51초로 나타나 포핸드가 백핸드보다 0.1초 정도 많이 소요되는 것으로 나타났다. 던지기 동작에 있어 소요시간이 가장 길게 나타난 구간은 포핸드와 백핸드 모두 P1으로 나타났다. P1에서는 포핸드 0.37초, 백핸드는 0.32초로 나타나 포핸드가 백핸드에 비해 0.05초 긴 것으로 나타났다. P1 구간은 릴리즈 2보전에서 1보전까지의 구간으로 신체 중심을 전방으로 빠르게 움직이면서 백스윙이 이루어지는 구간이다. 이 구간에서는 디스크를 목표지점으로 던지기 위해 전방으로 신체중심의 힘을 효율적으로 전달하기 위하여 다른 구간에 비해 긴 시간을 소요한 것으로 판단된다. P2에서는 포핸드가 0.19초, 백핸드가 0.18초로 나타나 유사한 값을 보였으며 포핸드가 백핸드에 비해 0.01초 긴 것으로 나타났다. P2 구간은 릴리즈 1보전부터 릴리즈까지의 구간으로 디스크를 던지기 위해 P1에서 이루어진 백스윙에서 팔로우 드로우(Follow throw)로 이어지는 구간이다. P3에서는 포핸드 0.04초 백핸드 0.02초로 나타나 포핸드가 백핸드에 비해 0.02초 긴 것으로 나타났다. 산출된 결과 값을 검토해보면 전체 소요시간 뿐

만 아니라 모든 구간에서 포핸드가 백핸드에 비해 소요시간이 긴 것으로 나타났다.

플라잉 디스크의 포핸드 던지기 동작과 유사한 원반던지기 동작에 대한 연구 보고와 비교해보면 원반던지기의 경우 릴리즈 전 두 번째 발착지부터 마지막 발착지(본 연구의 P1)까지 약 0.2초 소요되고, 마지막 발착지부터 릴리즈까지(본 연구의 P2) 약 0.17초 소요되는 것으로 보고되었다[20]. 본 연구의 포핸드 던지기와 비교해보면 두 국면 모두 원반던지기의 소요시간이 짧은 것으로 나타났는데 이는 플라잉디스크와 원반던지기의 목적이 다르기 때문에 나타난 결과라고 판단된다. 원반던지기의 경우 원반을 멀리 보내는 것에 목적이 있어 회전력을 높이기 위해 최대한 빠르게 동작을 수행한 것으로 판단되고 플라잉 디스크의 경우 디스크를 멀리 던지는 것도 중요하지만 목표한 지점에 정확하게 던지는 것이 중요하기 때문에 컨트롤하기 위해 비교적 느린 동작을 수행한 것으로 나타났다.

3.2 신체중심 위치 변화

플라잉 디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 시 나타난 신체 중심의 위치변화는 Table 3과 같다.

Table 3. COM position (Unit : cm)

	Forehand			Backhand		
	X	Y	Z	X	Y	Z
E1	0	0	88.6 ±2.6	0	0	92.6 ±5.2
E2	-8.5 ±8.1	59.7 ±18.9	78.7 ±1.7	6.6 ±2.9	69.0 ±19.3	86.2 ±5.7
E3	-13.4 ±11.4	97.8 ±20.5	82.0 ±4.9	8.4 ±4.1	104.2 ±20.7	89.6 ±7.8
E4	-14.0 ±11.8	103.8 ±20.5	84.1 ±6.1	8.5 ±4.1	107.5 ±20.9	90.8 ±7.9

신체 중심의 위치 변화의 산출은 X축(좌우축)과 Y축(전후축)의 경우 Event1 시점을 원점으로 변환하여 산출하였다. 따라서 Event1의 X, Y의 값은 0으로 산출된다. E1에서 E4까지의 신체중심 위치변화 양상은 Fig. 3과 같다.

신체 중심의 좌우 위치 변화를 살펴보면 E1을 기준으로 E2에서 포핸드는 좌측으로 8.5cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 우측으로 6.6cm 이동한 것으로 나타났다. E3에서 포핸드는 좌측으로 13.4cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 우측으로 8.4cm 이동한 것으로 나타났다. E4에서 포핸드는 좌측으로 14cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 우측으로 8.5cm 이동한 것으로 나타

났다. 포핸드와 백핸드 던지기는 서로 반대 방향에서 투구가 이루어지므로 신체중심의 위치 이동도 반대로 이동하는 것을 확인할 수 있었으며 백핸드보다 포핸드 던지기 시 좌우 위치변화는 큰 것으로 나타났다. 신체중심 좌우 위치변화 경향을 살펴보면 포핸드의 경우 마지막까지 좌측으로 이동하는 경향을 보인 반면 백핸드의 경우 E2 이후에는 좌우의 움직임이 크지 않다는 것을 확인할 수 있다.

신체 중심의 전후 위치변화를 살펴보면 E1을 기준으로 E2에서 포핸드는 전방으로 59.7cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 69cm 이동한 것으로 나타났다. E3에서 포핸드는 전방으로 97.8cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 104.2cm 이동한 것으로 나타났다. E4에서 포핸드는 103.8cm 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 107.5cm 이동한 것으로 나타났다. 전체적인 신체중심의 전방으로의 이동은 포핸드보다 백핸드 던지기 시 더 큰 것으로 나타났고 P1에서 가장 크게 움직이는 것으로 나타났다. P1은 신체 중심을 전방으로 이동하면서 디스크 목표 지점으로 힘을 이동하는 것이 중요하다. P2는 신체 중심을 전방으로 이동하면서 신체에서 발현되는 힘을 디스크로 전달해주는 것이 중요하다. 플라잉 디스크의 경우 멀리 던지는 것 뿐만 아니라 정확하게 던지는 것이 중요하다. 따라서 P2와 P3에서는 P1에 비해 전방으로의 이동을 제어하고 관절의 회전 운동에 집중하기 때문에 전방으로의 이동이 비교적 짧은 것으로 나타났다.

신체 중심의 수직 위치변화를 살펴보면 E1에서 포핸드는 88.6cm에 위치한 것으로 나타났고 백핸드는 92.6cm에 위치한 것으로 나타났다. E2에서 포핸드는 78.7cm로 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 86.2cm로 이동한 것으로 나타났다. E3에서 포핸드는 82.0cm로 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 89.6cm로 이동한 것으로 나타났다. E4에서 포핸드는 84.1cm로 이동한 것으로 나타났고 백핸드는 90.8cm로 이동한 것으로 나타났다. 신체중심 수직 위치변화 경향을 살펴보면 포핸드 및 백핸드 모두 E1에서 점차 아래로 이동한 후 E2 이후에 점차 상승하는 경향을 보였으며 전체적인 패턴은 비슷하였으나 백핸드가 포핸드에 비해 신체 중심의 위치가 전체적으로 높은 것으로 나타났다. 신체 중심의 수직 위치 변화에 대해 원반 던지기 동작의 연구 보고와 비교해보면 릴리즈 전 두 번째 발 착지(본 연구의 E1)에서 릴리즈(본 연구의 E3)까지 원반 던지기의 경우 약 6.8cm 상승한 것으로 보고되었는데[20] 본 연구에서는 약 6.6cm 하강한 것으로 나타나 플라잉디스크의 동작과 원반 던지기의 동작은 서로 반대 방향의 패턴 결과를 보였다. 원반 던지기

의 경우 원반을 멀리 던지기 위한 최적의 투사 각도를 발생시키기 위해 신체 중심을 낮은 위치에서 릴리즈까지 점차적으로 상승 시킨 것으로 판단된다.

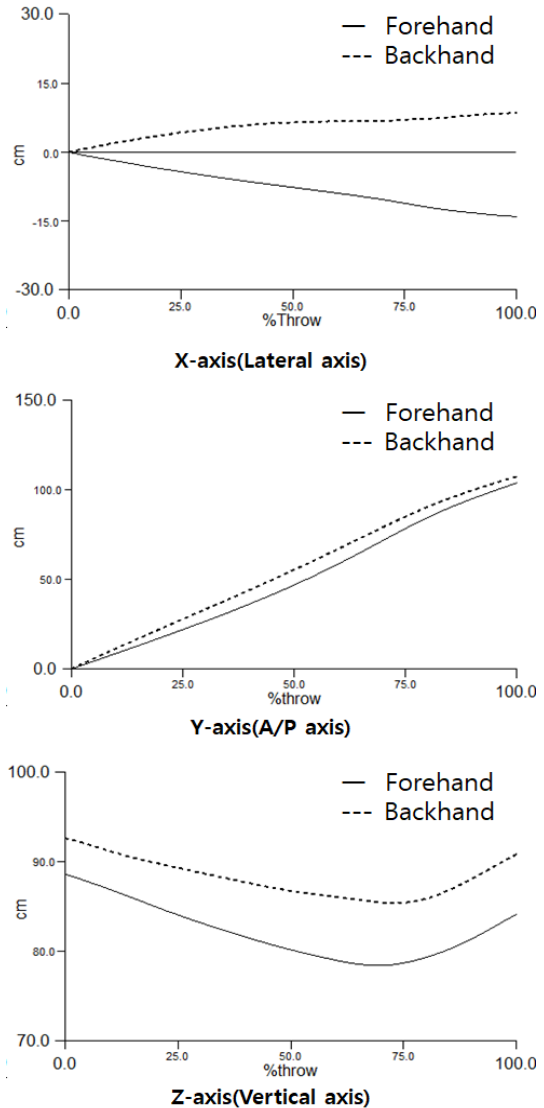


Fig. 3. Center of mass trajectory

3.3 각도 변화

플라잉 디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 시 나타난 관절의 각도 변화는 어깨, 팔꿈치, 손목 관절 각도로 분류하여 산출하였으며 이에 대한 결과는 Table 4 그리고 각 관절의 각도 변화 경향은 Fig. 4와 같다.

Table 4. Joint Angle (Unit : deg)

	Forehand			Backhand		
	Shoulder	Elbow	Wrist	Shoulder	Elbow	Wrist
E1	56.3 ±11.2	77.6 ±16.1	127.5 ±11.5	68.4 ±20.2	114.4 ±21.9	158.4 ±11.1
E2	83.9 ±1.37	81.1 ±16.6	112.5 ±14.1	91.2 ±12.6	127.0 ±29.9	159.6 ±7.9
E3	72.8 ±16.9	124.8 ±13.1	124.6 ±11.5	77.8 ±6.8	130.8 ±12.1	159.5 ±11.6
E4	96.0 ±11.8	155.5 ±9.0	165.2 ±9.5	81.0 ±6.5	156.6 ±6.9	142.1 ±7.8
ROM	49.4 ±12.6	88.8 ±15.6	79.3 ±6.5	37.4 ±5.8	73.5 ±16.8	35.0 ±9.9

어깨 관절의 각도 변화는 E1에서 포핸드는 56.3deg로 나타났고 백핸드는 68.4deg로 나타났다. E2에서 포핸드는 83.9deg로 나타났고 백핸드는 91.2deg로 나타났다. E3에서 포핸드는 72.8deg로 나타났고 백핸드는 77.8deg로 나타났다. 어깨 관절의 가동범위(ROM)는 포핸드는 49.4deg로 나타났고 백핸드는 37.4 deg로 나타나 백핸드에 비해 포핸드로 던질 때 어깨 관절의 가동 범위가 큰 것으로 나타났다. 어깨 관절의 각도 변화 경향을 살펴보면 포핸드의 경우 P1구간에서는 백핸드보다 움직임이 적었지만 P2구간과 P3구간에서 백핸드보다 움직임이 큰 것으로 나타났다.

팔꿈치 관절의 각도 변화는 E1에서 포핸드는 77.6 deg로 나타났고 백핸드는 114.4deg로 나타났다. E2에서 포핸드는 81.1deg로 나타났고 백핸드는 127.0 deg로 나타났다. E3에서 포핸드는 124.8deg로 나타났고 백핸드는 130.8 deg로 나타났다. E4에서 포핸드는 155.5deg로 나타났고 백핸드는 156.6deg로 나타났다. 팔꿈치 관절의 가동범위(ROM)은 포핸드는 88.8deg로 나타났고 백핸드는 73.5deg로 나타나 포핸드가 백핸드보다 팔꿈치 관절의 움직임이 큰 것으로 나타났다. 팔꿈치 관절의 가동범위는 어깨, 손목 관절 가동범위에 비해 큰 것으로 나타나 플라잉 디스크 던지기에 있어 팔꿈치 움직임의 제어가 중요한 것으로 판단된다. 팔꿈치 관절의 각도 변화 경향을 살펴보면 포핸드의 경우 팔꿈치를 관절을 굴곡시킨 상태에서 E1로 진입하고 백핸드의 경우 팔꿈치 관절을 비교적 신전 상태에서 E1로 진입하는 것으로 나타났다. 릴리즈 이후 마지막 E4구간에서는 포핸드 및 백핸드 모두 팔꿈치 관절을 점차 신전 시키면서 동작을 마무리 하는 것으로 나타났다.

손목 관절의 각도 변화는 E1에서 포핸드는 127.5

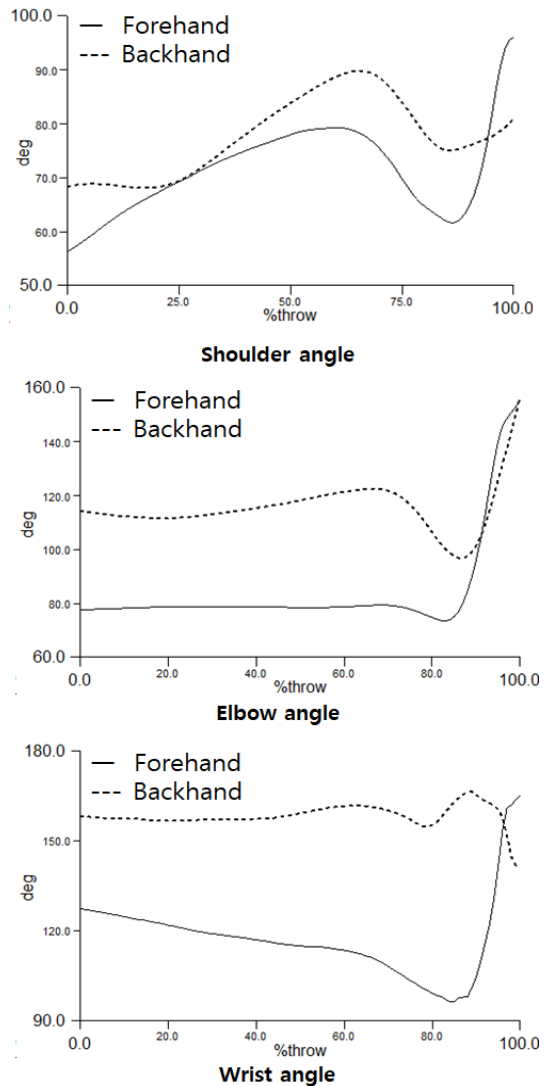


Fig. 4. Joint angle(Shoulder, Elbow, Wrist)

deg로 나타났고 백핸드는 158.4deg로 나타났다. E2에서 포핸드는 112.5deg로 나타났고 백핸드는 159.6deg로 나타났다. E3에서 포핸드는 124.6deg로 나타났고 백핸드는 159.5deg로 나타났다. E4에서 포핸드는 165.2deg로 나타났고 백핸드는 142.1deg로 나타났다. 손목 관절의 가동범위는 포핸드는 79.3deg, 백핸드는 35.0deg로 나타나 포핸드가 백핸드에 비해 손목의 움직임이 큰 것으로 나타났다. 손목 관절 움직임의 경우 포핸드와 백핸드 모두 P1과 P2에서는 큰 움직임이 없었지만 P3구간에서 큰 움직임을 보였다. 특히 포핸드의 경우 릴리즈 직전부터 팔로우 드로우까지 손목의 움직임이 백핸드에 비해 약 2배정

도 큰 것으로 나타나 효율적인 포핸드 던지기를 위해서는 손목 관절 움직임의 제어가 중요한 요인이라고 판단된다.

플라잉 디스크 포핸드 및 백핸드 던지기 시 나타난 분절의 각도 변화는 골반과 몸통 관절 각도로 분류하여 산출하였으며 수평면(Transverse plane)에서 나타나는 결과 값을 제시하였다. 각도의 양의 값은 좌측으로 회전한 값이며 음의 값은 우측으로 회전한 값이다. 이에 대한 결과는 Table 5와 같고 각 분절의 각도 변화 경향은 Fig. 5와 같다.

Table 5. Segment Angle (Unit : deg)

	Forehand		Backhand	
	Pelvic	Trunk	Pelvic	Trunk
E1	-73.9±28.1	-80.6±19.0	134.2±10.5	134.7±14.6
E2	-63.7±7.5	-90.2±13.6	126.3±14.1	164.7±18.0
E3	4.9±4.7	28.3±7.2	29.8±12.4	31.9±11.4
E4	8.5±7.1	39.3±8.9	16.6±11.8	16.1±10.2
ROM	88.4±23.5	136.3±19.5	124.6±12.8	151.0±14.7

골반의 각도 변화는 E1에서 포핸드는 우측으로 73.9deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 134.2deg 회전한 것으로 나타났다. E2에서 포핸드는 우측으로 63.7deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 우측으로 126.3deg 회전한 것으로 나타났다. E3에서 포핸드는 좌측으로 4.9deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 29.8deg 회전한 것으로 나타났다. E4에서 포핸드는 좌측으로 8.5deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 16.6deg 회전한 것으로 나타났다. 골반의 가동범위는 포핸드는 88.4deg, 백핸드는 124.6deg로 나타나 백핸드가 포핸드에 비해 골반을 많이 활용하는 것으로 나타났다. 골반의 회전은 P1구간에서는 변화가 크지 않지만 P2 구간부터 급격하게 회전이 발현하게 되는데 이는 디스크를 강하게 던지기 위한 과정으로 수직축의 회전력을 활용하기 위해 수직축 회전의 시작 지점인 골반 분절의 움직임으로 판단된다.

몸통 각도 변화는 E1에서 포핸드는 우측으로 80.6deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 134.7 deg 회전한 것으로 나타났다. E2에서 포핸드는 우측으로 90.2deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 164.7deg 회전한 것으로 나타났다. E3에서 포핸드는 좌측으로 28.3deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측으로 31.9deg 회전한 것으로 나타났다. E4에서 포핸드는 좌측으로 8.5deg 회전한 것으로 나타났고 백핸드는 좌측

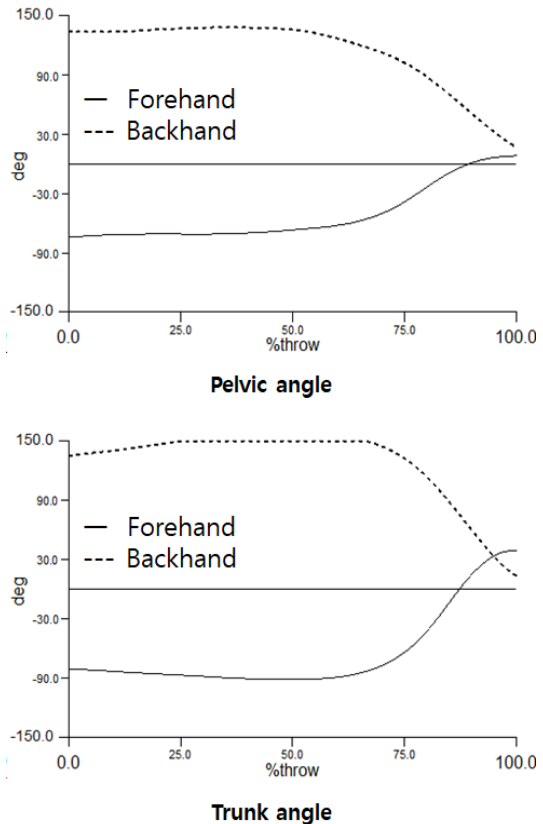


Fig. 5. Segment angle(Pelvic, Trunk)

으로 16.1 deg 회전한 것으로 나타났다. 몸통의 가동범위는 포핸드 136.3deg, 백핸드 151.0deg로 나타나 골반과 마찬가지로 백핸드가 포핸드에 비해 몸통을 많이 활용하는 것으로 나타났다. 몸통의 회전은 골반에서 생성된 회전력이 이어져 발현하게 된다. 효율적으로 회전력을 발생시키기 위해서는 근위 분절에서부터 원위 분절로 회전력이 전이되어야 하는데[21] 본 연구의 결과와 같이 플라잉디스크 던지기 시 골반의 가동 범위보다 몸통의 가동범위가 크게 나타나야 효율적으로 동작을 수행할 수 있다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 플라잉디스크의 포핸드와 백핸드 던지기 동작에 대한 정량적 기초자료를 제공하기 위해 수행하였으며 이를 위해 3차원 동작분석 기법을 활용하여 운동학적 변인을 산출하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 내린 결론

은 다음과 같다.

첫째, 전체 소요시간은 백핸드가 포핸드보다 짧은 것으로 나타났다. 디스크를 목표 지점으로 보내기 위해 전방으로 힘을 전달하는 P1 구간이 가장 긴 소요시간을 보였으며 디스크를 던지는 구간인 P2와 P3은 빠르게 수행한 것으로 나타났는데, 이는 디스크의 회전력을 높이기 위해 빠른 동작을 수행한 것으로 판단된다.

둘째, 신체 중심의 좌우 이동은 포핸드가 백핸드에 비해 큰 것으로 나타났다. 포핸드는 점차 좌측으로 이동하는 것으로 나타났고 백핸드는 점차 우측으로 이동하는 것으로 나타났다. 플라이 디스크의 경우 멀리 던지는 것뿐만 아니라 정확하게 던지는 것이 중요하므로 P2와 P3에서는 전방으로 이동을 제어하고 관절의 회전 운동에 집중하기 때문에 전방으로의 이동이 비교적 짧은 것으로 나타났다. 신체 중심의 수직 이동은 백핸드가 포핸드에 비해 신체 중심이 전체적으로 높은 것으로 나타났으며 E1에서 점차 아래로 이동한 후 E2 이후에 점차 상승하는 경향이 나타났다. E2 이후에 신체 중심이 점차 상승하는 현상은 신체 중심에서 발현된 힘을 디스크로 전달하는 과정이라고 판단된다.

셋째, 어깨, 팔꿈치, 손목의 관절각도 가동범위는 포핸드가 백핸드에 비해 큰 것으로 나타나 포핸드가 관절의 움직임이 더 중요한 것으로 나타났다. 포핸드 및 백핸드 모두 팔꿈치 관절의 움직임이 가장 큰 것으로 나타나 디스크 던지기 시 팔꿈치 관절 움직임이 중요한 것으로 판단된다.

넷째, 골반, 몸통의 가동범위는 백핸드가 포핸드보다 크게 나타나 백핸드는 코어의 수직 회전력을 보다 중요시하는 것으로 나타났다. 또한 원위 분절인 몸통의 관절 각도 변화가 근위 분절인 골반보다 큰 것으로 나타나 효율적인 수직 회전력의 전이가 중요한 것으로 판단된다. 위의 결과로 볼 때 포핸드의 경우 골반 및 몸통의 회전 움직임 보다 상지 관절의 움직임이 비교적 중요하고, 이에 비해 백핸드는 상지 관절의 움직임보다 몸통 및 골반의 회전 움직임이 비교적 중요한 것으로 판단된다.

본 연구는 플라이 디스크의 던지기 기술동작에 대한 정량적인 운동학적 자료를 제시하여 현장의 지도자들에게 도움을 주고자 수행하였다. 본 연구의 정량적 자료를 바탕으로 플라이디스크 현장 교육을 위한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

그리고 본 연구에서는 플라이 디스크에서 가장 기초가 되는 포핸드 및 백핸드 동작으로 제한하여 수행하였지만 추후 연구에서는 보다 다양한 던지기 기술과 디스크의 움직임에 대해 추가적으로 제시될 수 있도록 기대한다.

REFERENCES

- [1] M. S. Ko. (2011). Pleasant physical education class using flying disks. *Korean Society For The Study Of Physical Education Academic Presentation Conference*, 47-59.
- [2] J. H. Choi. (2014). Sport for All: Rediscovery of Sport for All(Flying disks). *Sport Science*, 128, 54-57.
- [3] M. S. Ko. (2011). Pleasant physical education class using Flying disks. *The Korean Society for The Study of Physical Education Conference*, 47-59.
- [4] B. S. Na, S. J. Lee & O. H. Kim. (2008). Impacts of Flying Disc Handball classes in P.E. on High schoolers' self and group consciousness. *The Korean Journal of Sport*, 6(2), 35-44.
- [5] H. W. Kim & O. J. Kim. (2012). An Investigation Applicability P·E of Flying Disc Ultimate Game Applied to Area Form Competition Activity. *The Korean Journal of Sport*, 10(2), 295-309.
- [6] T. W. Kim, S. H. Park, S. K. Sung & J. H. Lee.(2017). Numerical Analysis of Aerodynamic Charateristics of a Flyins Disk Considering the Loading Effect. *Korean Society Of Computational Fluids Engineering Conference*, 20-21.
- [7] D. W. Park, T. W. Kim, S. H. Park & S. K. Sung. (2016). Numerical Analysis of 3D Aerodynamic Charateristics for Spinning Flying Disc. *Korean Society Of Computational Fluids Engineering Conference*, 38-39.
- [8] T. W. Kim, S. H. Park, S. K. Sung & J. H. Lee. (2017). Aerodynamic Characteristics of Flying Disc Configurations Considering IoT Module Thickness. *Korean Society Of Computational Fluids Engineering*, 22(3), 28-35.
- [9] Potts, J. R. & Crowther, W. J. (2001). Flight control of a spin stabilised axi-symmetric disc-wing. *39th Aerospace Science Meeting and Exhibit*.
- [10] J. H. Cha. (2015). Kinetic comparative analysis of tennis backhand stroke for interdisciplinary convergence research. *Journal of Digital Convergence*, 13(7), 373-380.
- [11] J. H. Song, J. H. Moon & D. M. Kim. (2015). Cases analysis of vault "Shirai-Kim Hee Hoon" technique for assessing skill completeness. *Journal of Digital Convergence*, 13(11), 441-448.
- [12] K. H. Kim & T. K. Kim. (2014). Correlation of isokinetic strength and angular velocity of knee during Fente motion in elite fencer. *Journal of Digital Convergence*, 12(9), 407-415.
- [13] T. W. Kim, S. H. Park, S. K. Sung & J. H. Lee. (2017). Aerodynamic characteristics of flying disc configurations considering IoT module thickness. *The Journal of*

Computational Fluids Engineering, 22(3), 28-35.

- [14] S. M. Hong, S. H. Shin & S. H. Lee. (2005). The kinematical analysis of technical movement in discus throwing. *Korean Journal of Sport Science*, 16(4), 10-19.
- [15] J. I. Kim & J. B. Seon. (2003). The kinematics analysis of discus throwing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(2), 29-47.
- [16] R. J. Gregor, W. C. Whiting & R. W. McCoy. (1985). Kinematic analysis of Olympic discus throwers. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(2), 131-138.
- [17] A. Knicker. (1992). Kinematic characteristics of the discus throw. *Modern Athlete and Coach*, 30(1), 3-6.
- [18] B. Yu, J. Broker & L. J. Silvester. (2002). Athletics: A kinetic analysis of discus-throwing techniques. *Sports Biomechanics*, 1(1), 25-45.
- [19] M. S. Ko. (2011). Physical education class using flying disc. *Korean Society For The Study Of Physical Education*, 47-59.
- [20] J. Lee & L .S. Jeong. (2017). Kinematic analysis affecting female discus throwers performance distance in international athletics throwing meeting. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 67, 457-466.
- [21] Hay, J. G. (1993). The biomechanics of sports techniques. *Englewood Cliffs, NJ*: Prentice-Hall.

변 경 석(Kyung-Seok Byun)

[정회원]



- 2008년 2월 : 인제대학교 사회체육학과(학사)
- 2010년 2월 : 성균관대학교 스포츠과 학과(체육학석사)
- 2019년 2월 : 성균관대학교 스포츠과 학과(체육학박사)
- 2019년 7월 ~ 현재 : 벡터 바이오 대

표

- 관심분야 : 운동역학, 3차원 동작분석
- E-Mail : vbiomechanics@gmail.com

김 미 향(Mee-Hyang Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 국민대학교 체육학과(이학박사)
- 국민대학교 스포츠산업레저학과 부교수
- 관심분야 : 여가 레크리에이션 분야 / 여가 경험 및 여가 콘텐츠 개발
- E-Mail : mhkim@kookmin.ac.kr

박 종 철(Jong-Chul Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : 상명대학교 체육학과(학사)
- 2004년 8월 : 상명대학교 체육학과(교육학석사)
- 2009년 2월 : 상명대학교 체육학과(체육학박사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 한국스포츠정책

과학원 선임연구위원

- 관심분야 : 운동역학, 경기분석
- E-Mail : clebell@naver.com