

프로골퍼의 4 m 퍼팅시 퍼터 헤드형태에 따른 운동학적 특성

이근혁¹ · 소재무²

¹건국대학교 대학원 체육학과, ²건국대학교 사범대학 체육교육과

Kinematic Characteristics according to Types of Putter Head on Pro Golfer's 4 Meter Putts

Geun-Hyuk Lee¹ · Jae-Moo So²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, Korea

²Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea

Received 12 November 2013; Received in revised form 16 December 2013; Accepted 24 December 2013

ABSTRACT

The objective of this study is to help golfers to select adequate putters and to provide golfers basic scientific data for improving athletic performance by showing differences of kinematic variables according to the shape of putter head. In this research three right-handed male pro-golfer who are listed at KPGA were studied and three video camera (GR-HD1KR, JVC, Japan) were used and recording speed was 60 frame/sec during the research. In this study kinematic variables were calculated using Kwon3D XP program and analysed on the 4 events and 3 phases. This study showed the following results : (1) The swing of heel-toe putter showed longer time than that of face balanced putter, and there are statistical significant difference of kinematic variables of each objective (2) As of the trajectory of putter head, heel-toe putter showed more approximating curve trajectory than that of in-between, face balanced putter on the X-axis (3) heel-toe putter showed longer distance follow-through than that of other putters by statistically significant difference on the Y-axis (4) Heel-toe putter showed longer distance swing trajectory over the ground than that of other putters by statistically significant difference on the Z-axis

Keywords : Putter, Putter Head, Putting Stroke, Putting Trajectory, Kinematic, Pro Golfer

I. 서 론

골프경기에서 퍼팅은 그린위에 올려진 공을 홀에 넣는 마지막 과정으로 퍼팅수를 최소로 줄이는 것은 골프 경기력 향상을 위한 핵심이 된다(Jorgensen, 1993). 퍼팅은 전체 타수의 약 38%(Wiren, 1991)를 차지하며 특히 수준 높은 골퍼들에서는 전체 타수의 약 43%(Pelz, 2000)를 점유할 정도로 중요한 요소로 골프 경기에서 퍼팅이 차지하는 비중은 매우 크다고 할 수 있다. 때문에 골프경기에서

중요한 변수가 되는 퍼팅의 타수를 줄이기 위해서는 퍼팅 스트로크의 정확성을 높이는 것이 무엇보다 요구된다(Park, 2002). 하지만 대부분 아마추어 골퍼들은 샷에만 열중할 뿐 퍼팅의 기술적인 면과 퍼터에 대한 전문적인 이해는 많이 떨어지는 편이다.

퍼터는 퍼팅 그린에서 사용하도록 고안된 클럽으로 경사각도가 4°를 넘지 않고 퍼터의 샤프트와 넥, 소켓은 헤드의 한 지점에 고정되어 있어야 한다. 퍼팅 스트로크의 정확성을 높이기 위해서는 자신에게 알맞은 퍼터의 선택이 중요한데 이러한 골프퍼터는 헤드의 모양에 따라 구분 지을 수 있으며 밸런스에 따라 확연히 구분될 수 있다(Craig, 2005). 즉, 클럽헤드가 바닥에 닿는 방법에 따른 것인데 먼저 '힐-도우' 또는 블레이드 퍼터로 불려졌으며 골프 초창기에는 힐-도우 퍼터뿐 이었고 퍼터 제조업자들

Corresponding Author: Jae-Moo So
Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea
Tel : +82-2-450-3828 / Fax : +82-2-453-3266
E-mail : human@konkuk.ac.kr

이 세련된 모델로 시장을 공략하기 전까지 골프시장을 장악하던 가장 오래된 모델로 손가락 위에 퍼터를 걸쳤을 때 퍼터의 페이스 면이 땅과 수직을 이룬다. 다음은 '페이스 밸런스드 퍼터'로 이 모델은 금속을 더 많이 뒤쪽에 붙인 것으로서 볼 뒤에 퍼터를 놓을 때 좀 더 안정감이 느껴지며 손가락 위에 퍼터를 올려 놓았을 때 퍼터 페이스가 하늘을 보면서 페이스 면과 지면이 나란하게 수평을 이룬다. 마지막으로 '인-비트윈 퍼터'이며 클럽은 페이스 밸런스드 퍼터와 블레이드 퍼터의 중간 형태이다.

퍼팅의 가장 기본적인 특징은 공을 퍼터가 골퍼를 대신 하여 힘을 전달하는 것이고 이 때문에 효율적인 퍼팅을 위해서는 골퍼는 조화로운 움직임을 통해 퍼터 헤드에 공을 정확히 맞추는 것이 필요하다(Choi et al., 2011). 대부분의 스포츠와 마찬가지로 골프 역시 경기자의 능력과 꾸준한 훈련에 의해 기본적인 경기력이 결정되겠지만 과학적으로 연구, 개발된 기구의 사용을 통하여 운동능력을 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.

최근 들어 프로들의 경기를 보면 퍼터가 다양하다. 헤드 모양과 길이, 그립의 두께 등이 천차만별이며 PGA투어에서 활약하는 최경주도 한동안 그립이 두꺼운 퍼터를 쓴 적이 있다. 이처럼 퍼팅에 대한 다양각색의 도구와 방법은 골퍼 각자의 개성이라는 미명아래 분명히 존재하는 퍼팅의 엄격한 원리와 원칙이 무시되고 개인의 개성을 중요시하는 감에만 의존하고 있는 막연한 실정이다.

퍼팅에 대한 연구는 골프스윙에 비해 상대적으로 활발하지 않았다. 이는 외적인 조건(잔디의 상태, 경사도 등)에 의하여 퍼팅 결과가 좌우된다고 생각하였기 때문이다(Park, 2000). 그러나 과학기술의 발달로 정교한 움직임에 대한 분석이 가능해져 2000년 이후에 활발한 연구가 진행되었다. 선행연구들을 살펴보면 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 움직임 분석(Park, 2001), 퍼팅의 성공과 실패에 따른 지면반력 분석(Choi & Park, 2002), 저크비 용합수를 이용한 숙련자와 초보자간의 동작분석(Lim et al., 2006), 퍼팅스트로크가 볼의 방향에 미치는 영향(Karlsen, Smith, & Nilsson 2008), 프로와 아마추어, 초보의 그립악력 비교(Choi et al., 2011) 등이 수행되었다. 이처럼 현재까지의 연구들은 퍼팅의 원리나 엘리트골퍼와 초보자간의 차이가 연구 되었을 뿐 퍼터의 형태가 퍼팅에 미치는 영향에 대해서는 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 개인의 감이나 취향은 배제하고 다양한 퍼터헤드의 형태에 따라 퍼팅 스트로크에서 나타나는 퍼터의 움직임에 어떠한 차이점이 있는지를 운동학적인 관점에서 분석하고자 한다. 그리하여 골퍼들의 올바른 퍼터 선택과 경기력 향상을 위한 과학적인 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구에서는 한국프로골프협회(KPGA)에 등록된 오른손잡이 프로 골퍼 3명을 대상으로 선정하였으며 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristic of the subjects

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	career (yrs)
M	27.33	176.67	73.33	12.33
SD	2.08	6.11	4.73	2.08

2. 실험 절차

본 연구에서는 퍼터 헤드 움직임의 영상분석을 위해 비디오 카메라(GR-HD1KR, JVC, Japan) 3대를 사용하였으며 촬영속도는 60 frame/sec, 노출시간은 1/500 sec로 설정하였다. 퍼팅 거리 설정에 대한 근거는 Pel (2000)가 제시한 골퍼에게서 평균적으로 가장 많이 나타나는 첫 퍼팅 거리 그리고 샷퍼팅을 제외한 한 라운드에서 평균적으로 가장 많이 나타나는 퍼팅 횟수의 거리가 12-18ft라 제시한 것을 근거로 이 범위 안에서 전문가에게 자문을 얻어 설정하였다. 실험은 K대학교 체육관에서 수행되었으며 실제 경기와 동일한 퍼팅환경을 조성하기 위하여 나무판(4880 × 1200 × 920 mm)을 제작하였다. 어드레스시 볼을 놓는 위치에서부터 4 m 거리에 108 mm홀컵을 설치하였으며 그위에 8 mm 인조잔디(스와니 SW8 mmG5)를 깔았다. 스타임페타를 이용하여 3번의 그린스피드를 측정한 결과 평균 2.73 m의 빠르기로 나타났다. 실험에 참여한 피험자들은 검은색 타이즈 상의를 착용하였으며 퍼팅감에 대한 형평성을 고려하여 동일한 제조사의 동일모델명의 퍼팅클럽(putting club)을 준비하였다. 최적의 스트로크를 유도하기 위해서 실험 대상자들에게 각 클럽별(힐-토우 퍼터, 페이스 인-비트윈 퍼터, 페이스 밸런스드 퍼터) 충분한 퍼팅 연습과 스트로크 연습을 촬영 전에 허락을 하였으며, 연습을 충분히 한 후 실험 대상자는 실험 과제를 수행하였다. 모든 피험자는 동일한 퍼팅 클럽만을 사용하였으며 무작위의 순서로 각 종류별 퍼터마다 10회씩 실시하였다.

Table 2. Specifications used in the experiment putter

	Loft	Lie angle	weight	Inch
Heel-Toe	3	70	528	34
In-Between	3	71	535	34
Face balanced	3	70	529	34



Heel-Toe In-Between Face balanced

Figure 1. Types of putter head

3. 자료 획득 및 분석

퍼팅이 이루어지는 공간의 공간좌표 설정을 위하여 통제점을 표시한 높이 2m, 길이 1m, 폭 1m의 통제점 틀을 수직으로 설치하여 1분간 촬영하였으며 골프 퍼팅시 피험자의 전·후 방향을 X축, 좌·우 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로 설정하였다. 인체 해부학적 경계점에 반사마커를 부착하여 마커의 위치 좌표를 획득하였으며 상체 각 8부위(left shoulder, left elbow, left wrist, left finger, right shoulder, right elbow, right wrist, right finger)에 반사테이프를 부착하였고, 클럽에 대한 위치 좌표를 획득하기 위하여 퍼터에는 4개의(그립아래, 샤프트와 헤드의 연결부분인 클럽 넥, 클럽헤드의 양쪽 끝부분) 16 mm 반사마커를 부착 하였다.

이벤트는 총 4개로, 준비동작인 어드레스(address [AD]), 백 스트로크(back stroke [BS]), 임팩트(impact [IP]) 그리고 팔로우 스루(follow through [FT])로 명명하였다.

스윙 구간의 설정은 준비 동작인 어드레스(address)부터 백 스트로크 탑(back stroke top)까지를 제 1구간인 P1으로 설정하였고 전환점인 백 스트로크 탑(back stroke top)

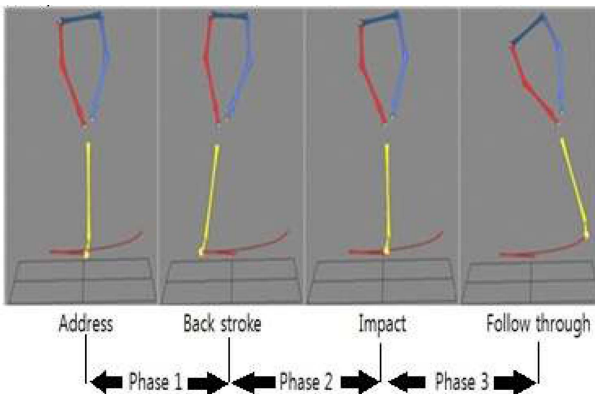


Figure 2. Setting of the event and phase

에서부터 공이 임팩트(impact)되는 시점 까지를 제 2구간인 P2로 설정 하였으며, 공을 임팩트 한 직후부터 스트로크가 끝나는 팔로우 스루(follow through)까지를 제 3구간인 P3로 설정하였다.

자료의 분석은 피험자들이 각 퍼터 종류마다 느낌이 가장 좋았다고 생각되어지고 성공한 동작 1개씩을 선정하여 KWON3D XP (Visol, Korea) 프로그램을 이용하여 운동학적 요인들을 분석하였고 엑셀프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다.

4. 통계처리

본 연구는 골프 퍼팅시 퍼터의 종류에 따라 퍼팅스트로크에 어떠한 운동학적 변인의 차이가 있는지를 규명하기 위하여 SPSS 18.0(IBM, USA) 프로그램을 사용하여 일원 변량분석(ANOVA)을 수행하였다. ANOVA의 사후검정은 Tukey의 HSD방법을 사용하였으며 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 소요시간

골프 퍼팅 시 퍼터 헤드 모양에 따른 구간별 소요시간은 <Table 3>과 같다.

힐-토우 퍼터의 총 소요시간은 1.42±0.07초로 나타났으며 1구간에서는 0.73±0.09초, 2구간에서는 0.28±0.01초, 3구간에서는 0.41±0.04초로 나타났다. 인-비트윈 퍼터의 총 소요시간은 1.29±0.07초로 나타났으며 1구간에서는 0.64±0.04초, 2구간에서는 0.26±0.04초, 3구간에서는 0.39±0.01초로 나타났다. 페이스 밸런스 퍼터의 총 소요시간은 1.23±0.05초로 나타났으며 1구간에서는 0.60±0.05초, 2구간에서는 0.26±0.01초, 3구간에서는 0.37±0.01초로 나타났다.

각 퍼터의 구간별 소요시간에 대한 비율을 살펴보면

Table 3. Putting time on each phase according to the type of putter head (unit : sec)

type	phase			
	P1	P2	P3	Total
Heel-Toe	0.73±0.09	0.28±0.01	0.41±0.04	3.54
In-Between	0.64±0.04	0.26±0.04	0.39±0.01	0.58
Face balanced	0.60±0.05	0.26±0.01	0.37±0.01	2.43
F	1.42±0.07*	1.29±0.07	1.23±0.05*	6.94
p	.12	.58	.16	.02

note. Tukey HSD significant difference between Heel-Toe and Face balanced at *<.05

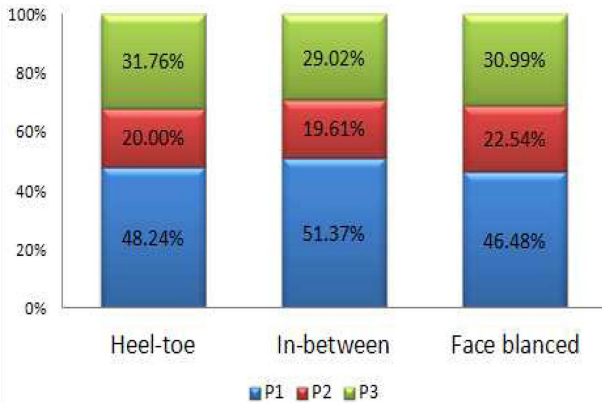


Figure 3. Temporal parameters

<Figure 3>과 같다. 각 퍼터의 구간별 소요시간 비율은 약간의 차이가 있으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

본 연구결과 힐-도우 퍼터가 가장 긴 소요시간을 보였으며 페이스 밸런스트 퍼터와 유의한 차이를 나타냈다.

2. 오른쪽 어깨각도

이벤트별 오른쪽 어깨각도에 대한 결과는 <Table 4>과 같이 나타났다.

힐-도우 퍼터의 오른쪽 어깨각도는 AD에서 87.90±2.12°, BS에서는 91.01±4.42°, IP에서는 89.19±3.35°, FS에서는 86.07±2.01°로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 87.87±2.52°, BS에서는 89.87±3.21°, IP에서는 88.90±2.54°, FS에서는 87.43±1.26°로 나타났으며, 페이스 밸런스트 퍼터의 어깨각도는 AD에서 87.33±1.83°, BS에서는 89.30±2.18°, IP에서는 88.77±1.94°, FS에서는 87.70±1.08°로 나타났다.

각 이벤트별 오른쪽 어깨각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었지만 힐-도우 퍼터의 경우 다른 퍼터들에 비하여 어깨의 가동범위가 큰 경향을 보였다.

Table 4. The angle of right shoulder (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	87.90±2.12	91.01±4.42	89.19±3.35	86.07±2.01
In-Between	87.87±2.52	89.87±3.21	88.90±2.54	87.43±1.26
Face balanced	87.33±1.83	89.30±2.18	88.77±1.94	87.70±1.08
F	0.65	0.19	0.01	1.00
p	.93	.82	.98	.42

3. 왼쪽 어깨각도

이벤트별 왼쪽 어깨각도에 대한 결과는 <Table 5>과 같이 나타났다.

힐-도우 퍼터의 왼쪽 어깨각도는 AD에서 103.28±3.11°, BS에서는 106.52±4.23°, IP에서는 107.23±3.73°, FS에서는 108.01±2.94°로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 104.60±2.98°, BS에서는 108.81±2.89°, IP에서는 109.60±2.09°, FS에서는 109.46±1.29°로 나타났으며, 페이스 밸런스트 퍼터의 어깨각도는 AD에서 103.71±3.40°, BS에서는 107.22±3.45°, IP에서는 107.97±3.46°, FS에서는 108.01±3.99°로 나타났다. 각 이벤트별 왼쪽 어깨각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 5. The angle of left shoulder (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	103.28±3.11	106.52±4.23	107.23±3.73	108.01±2.94
In-Between	104.60±2.98	108.81±2.89	109.60±2.09	109.46±1.29
Face balanced	103.71±3.40	107.22±3.45	107.97±3.46	108.01±3.99
F	0.13	0.32	0.43	0.24
p	.87	.73	.66	.79

4. 오른쪽 팔꿈치 각도

이벤트별 오른쪽 팔꿈치 각도에 대한 결과는 <Table 6>과 같이 나타났다.

힐-도우 퍼터의 오른쪽 팔꿈치 각도는 AD에서 147.74±3.54°, BS에서는 145.74±2.45°, IP에서는 144.73±2.73°, FS에서는 150.74±2.77°로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 145.31±1.70°, BS에서는 144.31±1.18°, IP에서는 142.50±1.26°, FS에서는 147.28±1.53°로 나타났으며, 페이스 밸런스트 퍼터의 어깨각도는 AD에서 147.28±1.40°, BS에서는 146.92±0.80°, IP에서는 145.12±1.07°, FS에서는 150.61±1.65°로 나타났다. 각 이벤트별 오른쪽 팔꿈치 각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었으며 세가지 종류의 퍼터모두 IP에서 FS국면으로 넘어갈때 오른쪽 팔꿈치가 펴지는 것으로 나타났다.

Table 6. The angle of right elbow (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	147.74±3.54	145.74±2.45	144.73±2.73	150.74±2.77
In-Between	145.31±1.70	144.31±1.18	142.50±1.26	147.28±1.53
Face balanced	147.28±1.40	146.92±0.80	145.12±1.07	150.61±1.65
F	0.86	1.91	1.75	2.71
p	.46	.22	.25	.14

5. 왼쪽 팔꿈치 각도

이벤트별 왼쪽 팔꿈치 각도에 대한 결과는 <Table 7>과 같이 나타났다.

힐-토우 퍼터의 왼쪽 팔꿈치 각도는 AD에서 $133.85 \pm 2.19^\circ$, BS에서는 $130.81 \pm 3.69^\circ$, IP에서는 $131.63 \pm 3.38^\circ$, FS에서는 $127.27 \pm 1.19^\circ$ 로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $129.03 \pm 2.93^\circ$, BS에서는 $126.35 \pm 1.90^\circ$, IP에서는 $127.90 \pm 1.08^\circ$, FS에서는 $126.06 \pm 1.19^\circ$ 로 나타났으며, 페이스 밸런스드 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $135.04 \pm 2.69^\circ$, BS에서는 $129.80 \pm 3.10^\circ$, IP에서는 $130.71 \pm 3.08^\circ$, FS에서는 $129.69 \pm 2.43^\circ$ 로 나타났다. 각 이벤트별 왼쪽 팔꿈치 각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 7. The angle of left elbow (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	133.85±2.19	130.81±3.69	131.63±3.38	127.27±1.19
In-Between	129.03±2.93	126.35±1.90	127.90±1.08	126.06±1.19
Face balanced	135.04±2.69	129.80±3.10	130.71±3.08	129.69±2.43
F	4.40	1.82	1.53	3.49
p	.06	.24	.29	.09

6. 오른쪽 손목각도

이벤트별 오른쪽 손목 각도에 대한 결과는 <Table 8>과 같이 나타났다.

힐-토우 퍼터의 오른쪽 손목 각도는 AD에서 $165.73 \pm 2.49^\circ$, BS에서는 $165.65 \pm 2.73^\circ$, IP에서는 $163.72 \pm 3.59^\circ$, FS에서는 $159.74 \pm 5.68^\circ$ 로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $166.16 \pm 1.44^\circ$, BS에서는 $166.84 \pm 2.62^\circ$, IP에서는 $167.49 \pm 3.70^\circ$, FS에서는 $167.22 \pm 3.96^\circ$ 로 나타났으며, 페이스 밸런스드 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $167.83 \pm 2.37^\circ$, BS에서는 $168.47 \pm 3.37^\circ$, IP에서는 $167.76 \pm 3.21^\circ$, FS에서는 $165.76 \pm 2.64^\circ$ 로 나타났다. 각 이벤트별 오른쪽 손목 각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 8. The angle of right wrist (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	165.73±2.49	165.65±2.73	163.72±3.59	159.74±5.68
In-Between	166.16±1.44	166.84±2.62	167.49±3.70	167.22±3.96
Face balanced	167.83±2.37	168.47±3.37	167.76±3.21	165.76±2.64
F	0.79	0.70	1.23	2.57
p	.49	.53	.35	.15

7. 왼쪽 손목각도

이벤트별 왼쪽 손목 각도에 대한 결과는 <Table 9>과 같이 나타났다.

힐-토우 퍼터의 오른쪽 손목 각도는 AD에서 $171.91 \pm 2.38^\circ$, BS에서는 $168.68 \pm 6.66^\circ$, IP에서는 $168.97 \pm 6.33^\circ$, FS에서는 $171.40 \pm 3.30^\circ$ 로 나타났고, 인-비트윈 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $173.84 \pm 3.89^\circ$, BS에서는 $174.77 \pm 0.73^\circ$, IP에서는 $173.98 \pm 1.03^\circ$, FS에서는 $173.60 \pm 2.21^\circ$ 로 나타났으며, 페이스 밸런스드 퍼터의 어깨각도는 AD에서 $169.03 \pm 1.82^\circ$, BS에서는 $167.27 \pm 3.51^\circ$, IP에서는 $168.94 \pm 6.02^\circ$, FS에서는 $169.24 \pm 1.93^\circ$ 로 나타났다. 각 이벤트별 왼쪽 손목 각도에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 9. The angle of left wrist (unit: deg)

event type	AD	BS	IP	FS
Heel-Toe	171.91±2.38	168.68±6.66	168.97±6.33	171.40±3.30
In-Between	173.84±3.89	174.77±0.73	173.98±1.03	173.60±2.21
Face balanced	169.03±1.82	167.27±3.51	168.94±6.02	169.24±1.93
F	2.18	2.49	0.97	2.17
p	.19	.16	.43	.19

8. 퍼터 헤드의 전·후 방향(X축)의 변위

퍼터 헤드의 X축 이동변위에 대한 결과는 <Table 10>과 같다.

구간별 클럽헤드의 X축 이동변위를 살펴보면 힐-토우 퍼터는 1구간에서 -1.84 ± 0.05 cm, 2구간에서 -1.18 ± 0.26 cm, 3구간에서 1.37 ± 0.03 cm로 나타났고, 인-비트윈 퍼터는 1구간에서 -0.266 ± 0.51 cm, 2구간에서 -0.33 ± 1.01 cm, 3구간에서 1.33 ± 0.35 cm로 나타났으며, 페이스 밸런스드 퍼터는 1구간에서 -0.88 ± 1.12 cm, 2구간에서 -0.14 ± 0.83 cm, 3구간에서 0.82 ± 0.81 cm로 나타났다. 본 연구에서 비교결과 유의한 차이는 나타나지 않았지만 힐-토우 퍼터가 다른 퍼터들에 비하여 좀 더 이동의 변위가 큰 상태로 스트로크 된다는 것을 알 수 있었고 페이스 밸런스드 퍼터의 경우 3구간에서 좀더 직선의 형태로 스트로크 되는 경향이 나타났다.

Table 10. Displacement of (X)axis (unit: cm)

event type	phase p1	p2	p3
Heel-Toe	-1.84±0.05	-1.18±0.26	1.37±0.03
In-Between	-0.266±0.51	-0.33±1.01	1.33±0.35
Face balanced	-0.88±1.12	-0.14±0.83	0.82±0.81
F	3.67	1.52	1.06
p	.09	.29	.40

9. 퍼터 헤드의 좌·우 방향 (Y축)의 변위

퍼터 헤드의 Y축 이동변위에 대한 결과는 <Table 11> 과 같다.

구간별 클럽헤드의 Y축 이동변위를 살펴보면 힐-토우 퍼터는 1구간에서 -23.74±1.89 cm, 3구간에서 38.11±3.81 cm로 나타났고, 인-비트윈 퍼터는 1구간에서 -21.96±1.46 cm, 3구간에서 30.49±1.29 cm로 나타났으며, 페이스 밸런스트 퍼터는 1구간에서 -21.13±0.40 cm, 3구간에서 30.98±1.04 cm로 나타났다. 본 연구에서 비교결과 1구간에서는 유의한 차이는 나타나지 않았지만 힐-토우 퍼터의 백스윙이 좀 더 긴 경향이 나타났다. 3구간에서는 인-비트윈 퍼터와 페이스 밸런스트 퍼터간에는 유의한 차이가 없었지만 힐-토우 퍼터와 다른 퍼터들과 유의한 차이를 나타내며 다른 퍼터들에 비해 긴 팔로스루를 한다는 사실을 확인하였다.

Table 11. Displacement of (Y)axis (unit: cm)

type \ phase	P1	P3
Heel-Toe	-23.74±1.89	38.11±3.81*a
In-Between	-21.96±1.46	30.49±1.29a
Face balanced	-21.13±0.40	30.98±1.04*
F	0.47	9.45
p	.64	.01

Note. Tukey HSD *significant difference between Heel-Toe and Face balanced, a significant difference between Heel-Toe and Face balanced at <.05

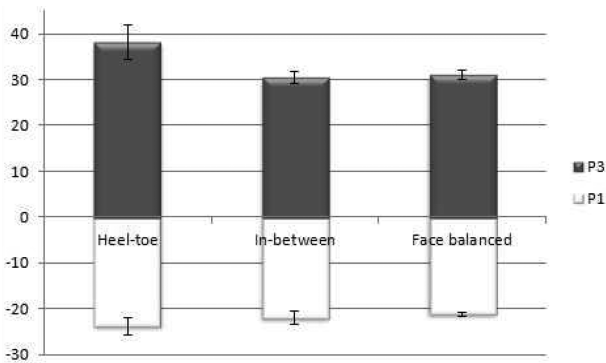


Figure 4. Displacement of (Y)axis

10. 퍼터 헤드의 지면 수직 방향 (Z축)의 변위

퍼터 헤드의 Z축 이동변위에 대한 결과는 <Table 12> 과 같다.

이벤트별 클럽헤드의 Z축 이동변위를 살펴보면 힐-토우 퍼터는 BS에서 2.12±0.24 cm, IP에서 1.52±0.90 cm, FS에서 10.11±1.88 cm로 나타났고, 인-비트윈 퍼터는 BS에서

1.81±0.16 cm, IP에서 1.74±0.76 cm, FS에서 6.95±0.49 cm로 나타났으며, 페이스 밸런스트 퍼터는 BS에서 1.53±0.23 cm, IP에서 1.45±0.08 cm, FS에서 6.78±0.60 cm로 나타났다. 본 연구에서 비교결과 BS에서 힐-토우 퍼터와 페이스 밸런스트 퍼터가 유의한 차이를 나타냈고 FS에서는 힐-토우 퍼터가 인-비트윈 퍼터와 페이스 밸런스트 퍼터와 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 힐-토우 퍼터가 다른 퍼터들보다 지면에서 높게 스트로크 되는 것을 확인할 수 있었다.

Table 12. Displacement of (Z)axis (Unit : cm)

type \ phase	P1	P2	P3
Heel-Toe	2.12±0.24*	1.52±0.90	10.11±1.88* f
In-Between	1.81±0.16	1.74±0.76	6.95±0.49 f
Face balanced	1.53±0.23*	1.45±0.08	6.78±0.60*
F	5.46	0.15	7.62
p	.04	.86	.02

Note. Tukey HSD *significant difference between Heel-Toe and Face balanced, f significant difference between Heel-Toe and Face balanced at <.05

IV. 논 의

골프에서 퍼팅은 기술적인 면과 과학적인면이 있다(Pelz, 2000). 그러나 그 대상이 엘리트 골퍼라면 기술적인 측면에서의 실력향상을 피하기보다 과학적인 측면에서의 실력향상을 추구하는 것이 더 효과적일 것이다. 즉 본 연구는 골프를 치는 사람이 최적화된 장비를 선택하고 경기력 향상을 위한 기초자료를 제공하기 위함이다.

각 퍼터의 종류에 따른 시간 변인을 살펴보면 단지 무게중심이 다른 퍼터로 스트로크를 하였을 뿐인데 힐-토우 퍼터가 페이스 밸런스트 퍼터보다 통계적으로 유의하게 증가되었다. Nicklaus (1974)는 스윙에 소요되는 시간을 리듬이라 하였고 소요시간 안에서 속도의 변화를 템포라 하였다. 본연구에서 퍼터의 종류 혹은 무게의 중심에 따라 리듬과 템포가 변화하였고 이는 퍼팅 스트로크의 유형이 달라졌다고 할 수 있다. 이러한 변화를 이끄는 중요한 변수는 관성모멘트인데 이러한 관성 모멘트는 물체의 질량 뿐 아니라 질량이 회전축 주위에 어떻게 분포되어 있는가에 의해 결정되며 물체의 상태를 유지하려는 성질이다. 신미경 (2008)의 연구에서는 퍼터헤드 또는 샤프트에 무게를 부착하여 관성모멘트는 조절될 수 있다 하였으며 관성 모멘트를 변화시킴에 따라 퍼팅의 안정성과 정확성이 변화한다 보고하였다. 또한 Wu, Huang과 Lee (2012)는 의도적으로 퍼터의 heel부분을 더 무겁게 만들 경우 관성 모멘트가 증가하여 보다 긴 스윙의 크기가 나타났다는 연구 결과를 발표하였고 이는 본 실험에서 힐-토우 퍼터의 백스윙

길이가 늘어난 경향을 보인 Y축의 1구간과 더불어 통계적으로 유의하게 차이가 나타난 3구간의 늘어난 스트로크의 크기가 증가한 사실과 밀접한 연관이 있다고 할 수 있다. 이처럼 퍼팅에는 과학적인 요소가 작용을 하고 있으며 결과에 영향을 미치고 있다.

신체각도의 변인들에서는 퍼팅 동작이 미세한 움직임이기에 신체각도에는 영향을 주지 못하였다. Latash (1993)는 인간의 수의적인 움직임은 동작의 부드러움을 최대화하는 방향으로 계획 되어진다고 하였다. 이는 피험자들이 오랜시간 훈련을 해왔던 엘리트 골퍼에게에 관성모멘트에 대한 지각적 분화가 이루어져 퍼터의 속성에 대한 지각이 일어난 것으로 판단되며 리듬과 템포가 변하였기 때문에 운동학적인 차이는 나타나지 않았지만 운동역학적인 요인에는 영향을 미쳤을 것이라 예상하며 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서의 각 퍼터들의 궤적은 1구간에서는 in으로 빠져 out으로 마무리 되는 복합형으로 나타났으며 통계적으로 유의하지는 않았지만 페이스 밸런스 퍼터가 다른 퍼터들에 비하여 임팩트 직후 직선에 가깝게 스트로크 되는 경향을 확인할 수 있었으며 직선형은 Pelz (2000)에 의하여 실험 데이터를 제시하며 특히 숏퍼팅에 장점이 있다고 하였다. 그리고 페이스 밸런스 퍼터에 비해 직진성은 떨어졌지만 더 많은 이동 변위를 나타낸 힐-토우 퍼터는 곡선형에 가까운 스트로크로 봐야할 것이다. 최근에는 미국 프로 골프선수이자 퍼팅 강사인 Utley가 주장하는 곡선형 퍼팅이 미국 프로 골프선수들에게 큰 영향을 미치고 있다(Park, Youm, & Seo, 2007). 이러한 결과는 숙련자와 초보자의 퍼터헤드 궤적비교에서 숙련자 집단이 백스윙과 팔로스루에서 inside to inside의 포물선 궤도로 나타났다는 보고(Park, 2001)와 프로골퍼를 대상으로 퍼팅 거리가 늘어날수록 퍼팅 스트로크가 곡선형으로 나타난다고 보고한 Song (2010)의 연구와 밀접한 관계가 있다. 종합해보면 곡선형 스트로크는 긴거리 퍼팅에 적합하다. 때문에 짧은 거리에서는 페이스 밸런스 퍼터 또는 인-비트윈 퍼터가 적합하고 긴 거리에서는 힐-토우 퍼터가 적합한 것으로 사료된다.

그러나 아직까지 많은 프로골퍼들(Woods, 2001)이 퍼팅에서는 느낌과 터치가 중요하다고 하고 있으며 실제 퍼팅 스트로크 시에는 인체 근력을 사용하기 때문에 골퍼들마다 제 각각 다른 스트로크를 할 것이다. 때문에 퍼터는 플레이어 자신에게 맞춰야 한다. 굳이 퍼터에 맞춰서 골퍼 자신이 변화를 피하려 할 필요가 없다. 이는 각 퍼터의 형태에 따른 특징을 알아야 하는 이유이며 이를 통해 골퍼 퍼터를 선택 혹은 교체하고자 할 때 본인의 스트로크 유형을 파악하고 퍼터헤드 모양에 따른 특성과 본인의 느낌, 스타일 등을 종합해 최상의 경기력을 가져다 주는 퍼터를 선택하여야 한다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 퍼터헤드의 형태에 따라 퍼팅 스트로크에서 나타나는 퍼터의 움직임에 어떠한 차이점이 있는지 운동학적인 관점에서 분석하여 골퍼들의 올바른 퍼터 선택과 경기력 향상에 기초자료를 제공하는데 있다. 이에 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 전체 소요시간에서 힐-토우 퍼터가 가장 오래 걸렸으며 페이스 밸런스 퍼터와 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.
2. 어깨각도, 팔꿈치 각도, 손목각도의 변인들에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.
3. 퍼터 헤드의 전·후 방향(X축)의 변위에서 유의한 차이는 나타나지 않았지만 페이스 밸런스 퍼터의 경우 3구간에서 좀더 직선의 형태로 스트로크 되는 경향이 나타났다.
4. 퍼터 헤드의 좌·우 방향(Y축)의 변위에서 1구간에서는 유의한 차이는 나타나지 않았지만 힐-토우 퍼터의 백스윙이 좀 더 긴 경향이 나타났고 3구간에서는 힐-토우 퍼터가 다른 퍼터들과 유의한 차이를 나타내며 다른 퍼터들에 비해 긴 팔로스루를 하였다.
5. 퍼터 헤드의 지면 수직 방향(Z축)의 변위에서 비교결과 BS에서 힐-토우 퍼터와 페이스 밸런스 퍼터가 유의한 차이를 나타냈고 FS에서는 힐-토우 퍼터가 인-비트윈, 페이스 밸런스 퍼터와 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 지면에서 높게 스트로크 되었다.
6. 종합하면 골프 퍼팅시 동일한 사람일지라도 골프 퍼터 헤드의 종류에 따라 퍼팅 스트로크에 영향을 미쳤다. 때문에 골프 퍼터를 선택하거나 혹은 교체하고자 할 때 퍼터헤드 모양에 따른 특성과 본인의 느낌, 스타일 등을 종합해 최상의 경기력을 가져다 주는 퍼터를 선택하여야 한다.

참고문헌

- Choi, J. S., Kim, H. S., Kang, D. W., Kim, H. S., OH, H. S., Seo, J. W., Yi, J. H., Lim, Y. T., & Tack, G. R. (2011). Kinematics and grip forces of professionals amateurs and novices during golf putting. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(4), 405-410.
- Choi, S. J., & Park, J. J. (2002). Biomechanics analysis by success and failure during golf putting swing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 12(2), 279-293.
- Craig Edward(2005). Perfect Putt. New york : Sterling Publishing Co., Inc.
- Jorgensen, T. P.(1993). The physics of golf. New york: The American Institute of Physics.
- Karlsen, J., Smith, G & Nilson, J. (2008). The stroke has only a minor influence on direction consistency in golf putting among elite players. *Journal of sports science*, 3, 243-250.

- Latash, M. L. (1993) Optimization. In Control of Human movement. Illinois: Human kinetics.
- Lim, Y. T., Choi, J. S., Han, Y. M., Kim, H. S., Lee, J. H., Jun, J. H., & Tack, G. R. (2006). Analysis of golf putting for elite & Novice golfers using jerk cost function. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 16(1), 1-10.
- Nicklaus, J. (1974). Golf my way. New york : Simon & Schuster Inc.
- Park, J. (2000). Swing time analysis during the putting stroke. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 187-193.
- Park, J. (2001). A kinematic analysis for putter's motion in putting stroke. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 11(2), 319-331.
- Park, J. (2002). Comparisons of putting stroke characteristics between expert and novice golfers(I). *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Park, Y. H., Youm, C. H., & Seo, K. W. (2007). Is male professional golfers 10.94 m putting motion a pendulum motion? From a point of view of the location of the center of puuter head rotation. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(2), 217-226.
- Pelz, D., & Frank, J. A. (2000). Dave pelz's Putting Bible. New york: Doublday
- Song, H. S. (2010). A kinematic comparative analysis on the motion of golf putting stroke depending on the distance. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Yonsei University.
- Song, M. K. (2008). A study on the effect of the weight varying putter in learning golf putting: based on the ecological approach. *The korean journal of experimental psychology*, 20(2), 55-71.
- Tiger, W. (2001). How I play golf. New york : Warnerbooks.
- Wiren, G. (1991). Golf, building a solid game. Benjamin Cummings Publishing Co., Inc.
- Wu, Y. L., Huang, C. F., Marquart, C., Yu, L. C., & Lee, S. W. (2012). The influence of adjustable putter head weighting on the stroke. ISBS - Conference proceedings archive. melbourne: chtholic university