

## 골프 드라이버 샤프트의 가변성이 타구속도, 헤드스피드 및 비거리에 미치는 영향

정 철 · 박우영<sup>†</sup>

공주대학교 체육교육과, 단국대학교 스포츠과학대학원  
(2018년 3월 1일 접수: 2018년 3월 23일 수정: 2018년 3월 26일 채택)

### Golf driver shaft variability on ball speed, head speed and fly distance

Chul Jung · Woo-Yung, Park<sup>†</sup>

*Department of Physical education, Department of Sport Medicine  
(Received March 1, 2018; Revised March 23, 2018; Accepted March 26, 2018)*

**요약** : 이 연구의 목적은 골프드라이버 샤프트의 가변성이 타구속도, 헤드스피드 및 비거리에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이 연구에 참여한 피검자는 핸디캡이 0인 남자 프로골퍼 10명과 핸디캡이 18인 남자 아마추어 골퍼 10명으로 하였다. 클럽의 종류는 1번 드라이버로 한정하였고, 각기 다른 스펙의 24개 드라이버를 가지고 실시하였다. 종속변인으로는 타구속도, 비거리 및 헤드스피드로 하였다. 연구 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, CPM에 따라 유의한 차이가 나는 것으로 밝혀졌고, 사후검증 후 230< 이상일 때 타구속도, 비거리 및 헤드스피드에서 최적의 수행력을 보였다. 둘째, 샤프트길이에 따른 타구속도 및 비거리는 유의한 차이가 나는 것으로 나타났고, 사후검증 후 타구속도 및 헤드스피드는 46inch에서 비거리는 45inch에서 최적의 수행력을 보였다. 셋째, 샤프트 무게에 따른 변인 간 차이는 나지 않았고, 사후검증 후 샤프트 무게가 65g일 때 타구속도와 비거리에서 최적의 수행력을 보였고, 50g일 때 헤드스피드에서 최적을 보였다. 또한 프로와 아마추어 간에는 변인에서 유의한 차이가 나는 것으로 나타났다. 결론적으로 최적의 드라이버는 CPM이 230<, 샤프트길이 46inch, 샤프트 무게가 65g 샤프트 일 때 최고의 수행력을 발휘하는 것으로 판명되었다.

*주제어* : 골프 드라이버, 샤프트 변인, 타구속도, 헤드스피드, 비거리

**Abstract** : The purpose of this study is to analyze the optimum driver selection according to shaft intensity, shaft length and shaft weight that are determining factors of driver shot. To achieve the above purpose, the subject were participate with handicap zero 10 male pro golfer and mean score 90(handicap about 18) amateur 10 male golfer. The used club limited number 1 driver, we tested 24 driver which is shaft intensity, length, weight, total weight and swing weight. Dependent variable was strike ball speed, flying distance and head speed. The findings can be summarized as follows.

---

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: [golterea@hanamil.net](mailto:golterea@hanamil.net) )

First, There is a significantly difference in CPM. Ball speed, head speed and flying distance according to driver shaft intensity were found to be the best when CPM is 230. Second, There is a significantly difference in shaft length. Ball speed, and head speed according to driver shaft length were found to be the best at 46 inch and flying distance were found to be the best at 45 inch. Third, There is not significantly difference in SW. Ball speed and flying distance according to driver shaft weight were found to be the best with 65g. In the case of head speed, it was the fastest with 50g shaft. Four, total variables were significantly difference between in pro and amateur golfer.

In conclusion, there would be differences in individual physical condition but the best result was found with a driver of CPM 230, shaft length 46inch, and shaft weight 65g.

*Keywords : golf driver, shaft variability, ball speed, head speed, flying distance*

## 1. 서 론

골프의 경기력에 미치는 요인에는 기술적인 측면과 체력적인 측면(박우영, 2000) 그리고 심리적인 측면으로 크게 나눌 수 있는데(Koyama et al., 2009), 그 외에 골프클럽이나 골프공 등의 장비구성 또한 중요한 변수로 작용하고 있다(Sell et al., 2007; Gordon et al., 2009). 특히 개인에 맞는 최적의 장비 사용은 경기력 향상을 꾀할 수 있음은 물론 부상방지와 경제적, 심리적 안정 등 다양한 혜택을 가져올 수 있다는 측면에서 의미가 크다(Hellström, 2009). 특히 드라이버 샷은 그날의 경기력과 직결되는 요인 중 하나로 비거리와 정확성이 필요한 상황으로 모든 골퍼에게 중요하게 여기고 있다(Zhang & Shan, 2014). 프로골퍼 뿐만 아니라 대부분의 골퍼 및 골프 지도자들은 어떻게 하면 볼을 멀리 정확히 향상적으로 칠 수 있는가에 대한 관심을 가지고 있다(Glazier, 2009).

골프 장비 중 샤프트는 타구의 속도, 헤드스피드, 킥 포인트, 스윙 웨이트, 아크 및 클럽 무게 등의 변인에 영향을 직접적으로 비거리에 미치는 중요한 요인이다(박영진과 박성진, 2008; MacKenzie & Boucher, 2017). 샤프트 길이 및 강도 등에 따라 타구의 비거리 및 방향 등과의 상관관계가 매우 높으며(Lephart et al., 2007), 다양한 결과를 산출 해낼 수 있다는 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있다(Milne & Davis, 1992; 오한영 외 5인, 2010). 특히 샤프트 특징에 따라 골프공의 탈출 각도 및 클럽의 헤드스피드 증가가 가능하고, 비거리 및 방향성에 있어

클럽 샤프트의 강도 및 길이가 차지하는 역할 또한 크다고 할 수 있다(Keogh et al., 2009; Worobets & Stefanyszyn, 2012).

샤프트 선정은 개인의 체력적, 기술적 측면을 고려한 상태에서 제작 또는 선정을 할 경우 골프공의 속도, 방향, 회전, 비거리 및 정확성을 극대화 할 수 있다고 하였다(Roberts et al., 2001). 샤프트 강도와 관련된 선행연구를 살펴보면, 클럽 샤프트가 너무 약하게 되면 클럽 페이스가 빨리 닫히게 되는 효과가 발생하고, 반대로 너무 강하게 되면 정방향으로 복원되는 시간이 길어지기 때문에 클럽 페이스가 열리게 된다고 하였다(Tolhurst, 1989). 이와 같이 여러 가지 드라이버 클럽 샤프트는 골퍼들에게 다양한 결과를 가져다 주지만 골프 경기력을 위해서는 유연성이 강한 샤프트는 헤드스피드나 탈출 각 등의 긍정적인 측면도 있지만 경기력 향상에는 변수가 많다는 부정적인 의견을 제시하기도 하였다(김창욱, 2007; Milne & Davis, 1992). 또한 샤프트 강도 간에는 헤드스피드, 타구 스피드, 스핀량 및 비거리에서 유의한 차이가 나타났고, 샤프트가 강할수록 슬라이스 현상을 보였다는 보고가 있다(2016, 김근환). 반면에 클럽 선정 시 샤프트의 강도에 따른 획일적인 결과는 나오지 않았다는 연구도 있었다(박성진, 2007; Stanbridge et al., 2004). 한편 샤프트 강도 결정 요인은 핸디캡뿐 아니라 골퍼의 팔 길이, 근력, 유연성 등의 신체적, 체력적 요인과 관련이 깊다고 하였다(박성진, 2007). 샤프트 길이와 관련된 선행연구를 살펴보면, 샤프트 길이가 길어지면 스윙아크는 커지면서 원심력에서 유리하여 비거리의 우위를 예측할 수 있으

나(Harper et al., 2005; Kenny et al., 2008), 정확성이 낮아진다는 결과가 있다(Egret et al., 2003). 반대로 드라이버 길이가 짧을 경우에는 골프공 임팩트 및 탈출 각에서 유리하다고 하였다(Werner & Greig, 2000; Iwatsuubo & Nakajima, 2006). 그러나 샤프트의 길이에 따른 선정은 개인의 키, 운동능력 등 여러 가지 변수가 작용하므로 신중해야 한다는 의견이 있다(Glazier, 2009). 한편 클럽 무게에 따른 선행연구에서는 무거운 클럽이 비거리에서는 우세하였으나 전반적인 수행력에서는 유의한 차이가 없었다고 하였다(Karlsen & Nilsson, 2007). 이와 같이 여러가지 드라이버 클럽샤프트는 골퍼들에게 다양한 결과를 가져다주는 것으로 보고하였다.

여러 선행연구를 종합해 볼 때, 연구자마다 각기 다른 연구 결과를 제시하여 지속적인 연구가 필요하며, 기존 연구는 한정된 드라이버 숫자로 비거리 및 정확도에 미치는 변수에 국한된 선행 연구들이 대부분이다. 따라서 본 연구자는 다양한 드라이버 샤프트의 강도나 길이와 관련하여 기존 연구자의 연구의 범위를 넘어서는 한편 최신의 분석 장비를 통한 다양한 변인 분석을 통해 최적의 드라이버 선정에 필요한 지식과 샤프트 선정의 유용성에 대해서 분석하고자 하였다.

본 연구에서 기대되는 효과는 클럽 샤프트의 특성에 따른 다양한 변인을 비교 분석해서 클럽 선정시 가장 적합한 드라이버를 선택할 수 있는 지식과 기준을 제시할 수 있을 것으로 생각한다.

## 2. 실험

### 2.1. 연구 대상

본 연구에 참여한 대상은 현재 정형외과적 부상이 없고, 핸디캡이 0인 KPGA 소속 남자 골프 선수 10명과 평균 핸디캡이 18범위인 일반 남자 아마추어 골퍼 10명 총 20명으로 하였다. 본 실험에 대한 자세한 설명과 함께 이 실험에 참가하겠다는 동의서에 서명한 후 실시하였다. 피검자의

일반적 특성은 <표 1>과 같다.

### 2.2. 클럽변인 분석

#### 1) 분석 클럽

본 연구에 사용한 클럽은 1번 드라이버로 한정하였다.

#### 2) 드라이버 샤프트의 제원

##### (1) 스윙 웨이트

본 연구에서의 스윙 웨이트는 C3~D5 까지 하였다.

##### (2) 드라이버 샤프트의 강도

본 연구에 사용된 드라이버 클럽 샤프트 및 헤드는 SOLINCO(사)의 클럽으로 하였고, 샤프트 강도는 골프스미스(Golf Smith-USA)사의 피팅 장비를 이용하여 일정하게 조절하였다. 본 연구에서의 CPM은 일반 골퍼가 느끼는 강도의 최저 230에서 프로 및 정상급 골퍼들이 사용하는 강도인 최대치 CPM 274까지로 하였다.

##### (3) 드라이버 샤프트의 길이 및 무게

본 연구에 사용된 드라이버 클럽의 길이 분류는 일반적인 길이보다 작은 44 inch(111.76cm), 가장 보편적으로 출시되는 제품 길이인 45inch(114.3cm), 일반 제품 보다 길이가 긴 46inch(116.84cm)로 50g, 55g, 65g, 75g 으로 각 클럽 길이는 1inch(2.54 cm) 씩 변화를 주었다.

### 2.3. 실험도구

본 연구에 쓰인 전반적인 실험도구는 RD-TEK 스윙분석 시스템을 이용하였고, 구성은 다음과 같다. 센서는 수평센서와 수직센서로 되어 있으며, 스윙분석 프로그램과 카메라, 체중이동 분석 발판을 설치하였다. 측정변인으로는 골프공의 탈출 각, 클럽 궤적, 골프공의 궤적, 임팩트 각도, 타구 속도 및 클럽 속도를 분석하였다. 또한 구형 자료로는 훅(hook), 슬라이스(slice), 페이드(fade), 샹크(shank), 탑핑(topping)과 사이드스핀(side spin)을 알 수 있다. 본 실험에 쓰인 실

Table 1. The characteristic of subjects

Groups	Height(cm)	Weight(kg)	Age(yr)	Carrier(yr)
Pro	178±3.4	76±5.1	35±2.4	12±2.1
Amateur	176±2.8	75±4.8	35±4.1	7±1.6

Table 2. Experimental instrument

Number	The name of equipment	Use	Country of manufacture
1	RD-TEK	Measuring system analysis	KOREA
2	Video camera-Peak	Frontal and side scan	CANADA
3	Sport Motion Analysis System	Motion analysis	KOREA
4	Pro-X Sensor	Club head and ball flying analysis	KOREA
5	Golf Smith	Club specification measurement	USA
6	SOLINCO	Club shaft and head made	USA

험도구는 <표 2>와 같다.

## 2.4. 실험 절차 및 장비 설정

### 1) 실험 절차

정확한 실험 결과를 도출하기 위한 피험자에게 실험 전날 과도한 운동이나 노동을 금하게 하였고, 충분한 수면을 섭취하게 하였을 뿐만 아니라 음주나 약물을 금하게 하였다. 본 연구의 실험 절차로 실제 실험에 임하기 전에 각 피험자는 최고의 수행력 강화를 위해 충분한 준비운동을 하도록 한 후 보조 실험실에서 충분한 연습을 하게 하였다. 준비운동과 더불어 실험준비가 되었다는 피험자로부터의 사인을 받은 후 다양한 변인을 측정할 수 있도록 실질적인 장비를 설정한 후 피험자가 포스 플랫폼(force platform)을 지면과 수평이 되도록 하고, 스윙 시 흔들림이 없도록 고정시켰다. 골프공은 피험자들이 가장 선호하는 동일한 T사의 pro v1 새 제품으로 하였으며, 신발과 복장은 최적의 스윙을 하는데 불편함이 없는 개인이 지참한 복장으로 하였다.

골프공은 포스 플랫폼의 높이와 같은 판자위에 인조잔디를 올려놓은 다음 고무 티(tee)위에 올려놓는다. 본 실험에 쓰인 티는 실제에서 쓰이는 나무티를 쫓을 수 없는 상황으로 대신 고무티로 하였고, 고무티는 개인 티높이의 선호도에 따라 조정하여 실시하였다. 모든 장비의 설정이 완료된 후 클럽 당 10회의 실제 스윙에서 미스 샷을 제외한 8회의 결과물을 자료화 하였다. 약 240개의 골프공을 치는 관계로 지속적일 경우 근피로 및 지루함이 수행력에 부정적 영향을 미치는 측면을 고려하여 3일에 걸쳐 실시하였고, 수행에

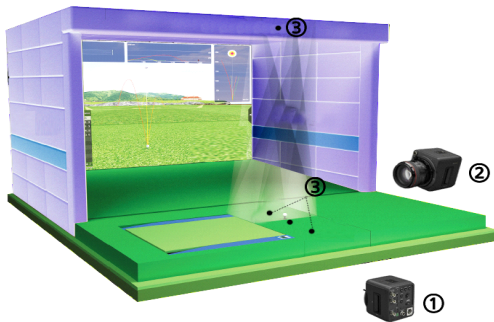
지장이 없는 범위 내에서 중간 중간 휴식을 취하게 하였고, 타구 순서는 무작위로 실시하였다. 식 후 2시간 후 실시하였으며, 중간 중간 음료 및 바나나와 같은 음식물을 소량 섭취하게 하였다.

### 2) 장비 설정

분석용 카메라는 피험자의 동작을 촬영하기 위해서 캐나다 피크(Peak)사의 초고속 스피드 비디오 카메라 2대 [(120 프레임) × 2대(정면 및 측면 촬영)]를 사용하였다. 이 카메라는 180 field/s로 촬영하였고, 2대의 카메라는 싱크 유닛(Sync unit)에 의해서 동시에 셔터가 개폐되어 화면에 촬영시간이 기록되도록 하였다. 비디오 분석 장치는 VCR 프레임 그레이버(Frame Grabber), 모니터와 컴퓨터로 구성하였다. VCR로 피험자의 동작이 기록된 비디오 테이프를 재생하면 프레임 그레이버 32장 단위로 화면을 불러와 한 프레임씩 나타내었다. 마우스로 필요한 관절 점을 디지털화(digitizing)하면 각 관절 점의 위치가 컴퓨터에 저장되었다. 공이 날아가는 방향을 x로 하고, 피험자의 전후는 y방향으로 위치시키고, x·y 축이 수직으로 만나는 점에 대해 수직 방향으로 설정하였다. 센서는 임팩트 지역에서 바닥면에 3중 광학 센서가 장착되어 클럽의 경로 및 속도를 완벽하게 계측하였고, 클럽의 수평이동 궤적을 해석하여 타격점에서의 클럽 궤적 접선을 구하여 정확한 임팩트 각도를 구하였다. 골프공의 탈출방향, 임팩트 각도, 클럽의 마찰계수, 클럽의 속도, 변수를 종합하여 가장 근사한 측면회전을 구하였다. 또한 골프공의 탈출각과 비행속도 만으로는 정확한 백스핀을 구할 수 없기 때문에 골프공의 탈출 각, 비행속도, 클럽의 진입각도, 진입속도,

최초지면 접촉점, 클럽의 마찰계수 변수를 종합하여 가장 근접한 역회전을 구하였다.

그리고 일정 각도로 기울어진 센서는 골프공의 비행속도와 탈출 각을 계측하였다. 최대 계측 가능한 탈출각도는 60°로 골프공과 클럽을 분리하여 분석하고, 바닥의 수평 센서와 천장의 수직 센서는 골프공 방향 및 속도를 계측하였다. 전반적인 실험실 상황은 <그림 1>과 같다.



- ① side camera
- ② frontal camera
- ③ vertical and horizon sensor

Fig. 1. Test situation.

## 2.5. 자료처리

본 연구의 자료처리는 가설의 유의도를 측정하기 위하여 SPSS 21.0 Version을 이용하였다. 첫째, 변인 간 평균 및 표준편차를 구하였고, 둘째, 종속변인 간의 차이를 보고자 이원혼합변량분석설계(Two-way factor mixed ANOVA design)를 실시하였고, 변인 간 사후검증을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

## 3. 연구 결과

프로골퍼와 아마추어 골퍼를 대상으로 한 골프 드라이버의 샤프트 강도, 샤프트 길이 및 샤프트 무게에 따른 연구 결과 다음과 같이 나타났다.

### 3.1. 드라이버 샤프트 강도(CPM)에 따른 변인 결과

표 3에서 보는 바와 같이 타구속도, 헤드스피드 및 비거리는 드라이버 강도(CPM) 및 집단 간

에 유의한 차이가 있었으나( $p < .01$ ) 상호작용에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 프로 집단과 아마추어 집단 간의 차이 비교 결과 타구 속도( $p < .01$ ), 헤드스피드( $p < .05$ ) 및 비거리( $p < .01$ )는 프로 집단이 높은 것으로 나타났다. 타구의 속도, 헤드스피드 및 비거리는 샤프트 강도(CPM)이 230 < 때 가장 빠른 것으로 나타났다.

### 3.2. 드라이버 샤프트 길이에 따른 변인 결과

표 4에서 보는 바와 같이 타구 속도는 길이와 집단 간에 유의한 차이를 보였고( $p < .01$ ), 상호작용에서도 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ). 헤드스피드는 길이와 집단 간, 상호작용에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 비거리는 길이( $p < .05$ ), 집단( $p < .01$ ) 및 상호작용( $p < .01$ )에서 유의한 차이를 보였다. 드라이버 샤프트 길이에 따른 결과 타구 속도 및 헤드스피드는 46inch에서 비거리는 45inch에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

### 3.3. 드라이버 샤프트 무게에 따른 변인 결과

표 5에서 보는 바와 같이 타구 속도, 헤드스피드 및 비거리는 집단 간( $p < .01$ )에 유의한 차이를 보였으나 샤프트무게 및 상호작용에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 타구 속도 및 비거리는 65g에서, 비거리는 50g에서 가장 우수한 결과를 보였다.

## 4. 논의

### 4.1. 샤프트 강도

연구 결과 타구 속도와 헤드스피드는 샤프트 강도의 CPM이 230 < 때 우세를 보였을 뿐만 아니라 비거리 역시 232.69m를 보내 샤프트 강도 선정에 있어서는 우위를 점하는 결과로 생각된다. 그러나 이와는 반대로 선행연구에서는 남자프로 15명을 대상으로 한 샤프트 강도 차이가 헤드스피드, 골프공 스피드, 샷 효율성, 스핀량 및 방향성에서 영향을 주지 않는 것으로 보고하였다(김근환, 2016). 역학적으로 볼 때, 강한 샤프트의 특징으로는 휘어짐이 덜하고, 페이스 각의 변화폭이 유동적이지 않기 때문에 임팩트 시에 정확할 경우 많은 이득을 가져올 것으로 보이는 반면 유연한 샤프트는 스프링 효과를 극대화시킬 수 있다면 장점으로 기대해도 좋은 것으로 생각된다.

Table 3. The result of shaft intensity(CPM) (M ± SD)

CPM	Group	Ball speed (m/sec)	Sig	Head speed (m/sec)	Sig	Flying distance (m)	Sig
230<	Pro	58.42±2.98		47.56±3.56		232.68±16.61	
	Ama	57.30±3.05		47.02±2.11		221.90±21.58	
	Total	57.91±3.06		47.34±2.99		227.75±19.77	
240<	Pro	57.57±2.84		47.09±2.63		228.67±18.01	
	Ama	56.69±2.87		46.73±2.82		217.87±21.90	
	Total	57.09±2.89		46.90±2.74		222.79±20.90	
250<	Pro	57.73±2.51	CPM .000	47.51±2.60	CPM .002	231.63±15.86	CPM .002
	Ama	57.01±3.07	Group .000	46.83±2.02	Group .004	221.52±27.71	Group .000
	Total	57.47±3.24	C×G .809	47.13±2.35	C×G .496	226.36±20.26	C×G .966
260<	Pro	58.06±2.92		46.78±4.75		230.60±18.56	
	Ama	56.88±3.45		46.81±2.18		221.52±27.78	
	Total	56.64±3.13		46.79±3.70		226.09±24.01	
270<	Pro	57.09±3.05		46.70±2.71		227.2±17.64	
	Ama	56.87±3.12		46.41±1.80		217.29±20.31	
	Total	57.38±3.06		46.55±2.30		222.35±19.65	

ball speed: 260 > 230 > 250 > 270 > 260 head speed: 230 > 260 > 240 > 260 > 270  
 flying distance: 230 > 250 > 260 > 240 > 270

Table 4. The results of shaft length (M ± SD)

Shaft length	Group	Ball speed (m/sec)	Sig	Head speed (m/sec)	Sig	Flying distance (m)	Sig
44 inch	Pro	57.70±3.16		46.97±2.90		227.95±22.48	
	Ama	56.81±3.15		46.72±2.92		224.25±22.42	
	Total	57.18±3.18		46.82±2.75		225.76±22.51	
45 inch	Pro	57.69±2.55	Inch .000	46.96±4.27	Inch .052	230.07±16.06	Inch .002
	Ama	57.93±2.94	Group .001	47.10±4.09	Group .201	229.94±18.30	Group .000
	Total	57.82±2.78	I×G .001	47.04±4.17	I×G .228	229.99±17.35	I×G .000
46 inch	Pro	58.18±2.74		47.50±3.42		232.80±15.63	
	Ama	57.48±3.07		47.04±2.13		222.92±23.23	
	Total	57.83±2.93		47.27±2.85		227.83±20.42	

ball speed: 46 > 45 > 44 head speed: 46 > 45 > 44 flying distance: 45 > 46 > 44

Table 5. The result of shaft weight

(M ± SD)

Shaft weight	Group	Ball speed (m/sec)	Sig	Head speed (m/sec)	Sig	Flying distance (m)	Sig
50(g)	Pro	57.71±2.63		47.23±3.67		240.35±17.80	
	Ama	56.97±3.10		46.92±2.15		219.96±30.64	
	Total	57.45±2.91		47.08±2.37		225.26±25.45	
55(g)	Pro	57.82±3.07		47.23±3.67		230.09±18.12	
	Ama	56.89±3.17		46.88±2.06		220.67±18.23	
	Total	57.39±3.15	SW .433	47.06±3.03	SW .773	225.73±18.75	SW .508
65(g)	Pro	58.09±3.06	Group .000	47.04±4.49	Group .003	231.66±16.81	Group .000
	Ama	56.93±2.83	SW×G .921	46.80±2.67	SW×G .770	221.10±17.72	SW×G .859
	Total	57.51±3.00		46.92±3.69		226.34±18.05	
75(g)	Pro	57.73±2.79		47.25±2.64		230.26±16.64	
	Ama	56.70±3.37		46.64±2.17		218.67±24.02	
	Total	57.17±3.16		46.92±2.41		223.95±21.74	

SW: shaft weight

ball speed: 65(g) &gt; 50(g) &gt; 55(g) &gt; 75(g) head speed: 50(g) &gt; 55(g) &gt; 65(g) = 75(g)

flying distance: 65(g) &gt; 55(g) &gt; 50(g) &gt; 75(g)

샤프트는 백스윙에서 1차로 휘어지고, 다시 다운스윙에서 복원되는 과정에서 임팩트 전에 회복되기 때문에 샤프트가 지나치게 부드러울 경우 스프링 효과에 의해 클럽페이스가 닫힐 수 있는 가능성이 높아져 이른바 왼쪽으로 휘는 샷인 훅(hook)이 발생할 가능성이 높은 반면에 너무 강할 경우 후방으로 구부러져 로프트가 감소하고 페이스가 열려있어 우측으로 휘는 샷인 슬라이스(slice)가 나기 쉽다고 하였다(Milne & Davis, 1992). 선행연구에서도 샤프트의 유연성(flex)에 대한 연구 결과 샤프트가 부드러울수록 거리가 극대화 된다고 보고하면서(Tolhurst, 1989), 본 연구와 같이 460 cc의 로프트 9.5° 클럽으로 헤드스피드 시속 100 mile인 상급자를 대상으로 한 실험 결과 강한 샤프트 이른바 '스티프(stiff)' 샤프트의 경우 골프공은 가장 멀리, 똑바로 비행한다고 하였고, 편차도 '왼쪽 1±12 yard'로 가장 작았다고 하였으며, 너무 유연한 샤프트의 경우 좌우 편차가 심하였다고 보고하였다(Stanbridge et al., 2004). 그러나 이와는 반대로 스티프가 아니라 지나치게 딱딱한 샤프트는 거리에서 손해 뿐 아니라 좌우로 흩어지는 정확성에서도 손해를

보는 것으로 보고하였다(Stanbridge et al., 2004). 다른 선행연구에서도 샤프트의 강함은 타구 방향성 및 안정감에 밀접하면서도 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Iwatsubo & Nakajima, 2007). 그러나 오늘날 재질의 발달로 인해 300+CPM을 초과하는 샤프트의 증가추세에 이른바 딱딱한 스티프 샤프트는 높은 헤드스피드를 내는 관례로 권장할 만 하나, 251-CPM으로 세계장타대회의 우승한 결과로 미루어 거리적인 측면에서는 CPM이 낮은 것이 좋은 것으로 판단된다. 뿐만 아니라 유연한 샤프트는 본 연구에서와 같이 유리한 측면이 많으나, 샷의 정확성을 감소시키기 때문에 다운스윙 시 휘어짐의 정도나 실험을 통해 클럽 선택의 신중성이 필요하다고 하였다(Wishon, 1996). 일반적으로 골퍼에게 맞는 샤프트 강도의 선정은 스윙스피드를 이용한 방법으로 결정하는데, 그러나 이와는 반대로 골퍼가 그 샤프트에 대한 부하에 견딜 수 있는 능력 여부에 따라 결정하는 것이 좋을 것이라 생각된다. 한편 지나치게 강한 강도의 샤프트는 라운드가 반복 지속되면서 오히려 심한 피로와 스트레스를 부여하기 때문에 자신의 체형이나 체력수준에 맞

게 선정하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

#### 4.2. 샤프트 길이

본 연구 결과 드라이버 샤프트의 길이에 따른 타구 속도는 경우 45inch 및 46inch에서 빠른 것으로 나타났고, 헤드 스피드는 46inch에서 가장 빠르고, 비거리는 45inch에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 일반적으로 짧은 샤프트는 스피드 및 컨트롤 면에서 우위를 지키는 반면에 긴 샤프트는 아크의 크기로 승부하는 비거리의 우위로 알려져 있다. 물리적인 원리에 의하면  $v = \gamma \omega$  로 동일한 각속도 일지라도 더 많은 에너지를 생산해 낼 수 있어 비거리에는 유리할 것이라고 하였다(Karlsen & Nilsson, 2007). 선행연구에 의하면 드라이버 샤프트 길이가 길면 길수록 거리에서는 이득을 보는 반면에 방향성에 부정확했다는 다양한 결과를 발표하기도 하였다(Iwatsubo & Nakajima, 2007). 본 연구결과는 Werner & Greig(2000)의 연구에서 밝힌 바와 같이 일반적으로 긴 드라이버는 비거리에서 짧은 클럽에 비해 멀리 비행한다고 하여 동일한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 1inch 당 약 5m정도의 긴 비행거리를 보인다고 하였으나 본 연구에서는 그 결과의 반인 약 2.5m 전후에 해당되는 거리의 증가를 보이는 것으로 나타났다. 그러한 결과는 프로 집단의 경우 훈련 정도와 신체적인 조건 및 기술 등에서 우수하였고, 특히 이론적으로 긴 지렛대를 이용한 아크의 크기에서 오는 비거리의 우위라고 생각된다.

선행연구 결과 일반클럽에 비해 긴 드라이버의 경우는 1.39m/s의 다소 우위를 보이는 것으로 나타나(Reyes & Mittendorf, 1999), 헤드스피드의 우위가 비거리의 상승으로 이어진 것으로 생각된다. 그러나 45.5inch와 50inch로 정확도와 비 거리에 대한 실험결과 비거리에서는 유리하였으나 정확도에서는 떨어져 정확도와 비거리라는 두 효과를 동시에 실현하기는 힘들다고 보고하였다(Kenny et al., 2008). 뿐만 아니라 드라이버 길이를 1.524m 및 1.295m 까지 늘려 실험한 결과 길이에서는 이득을 보았으나 최적의 임팩트를 하기에는 불리하다고 하였다(Reyes & Mittendorf, 1999). 그렇기 때문에 44inch에 있어 유리한 측면이 발견되지 않았고, 45inch 및 46inch에서 유리한 것으로 보아 신체적인 조건에 따라 선정하는 것이 좋은 것으로 판단된다(Wishon, 2006).

한편 로봇장비를 이용하여 드라이버 길이에 따

른 분석결과 정확도에서는 결정된바 없다고 하였고(Mizoguchi & Hashiba, 2002), 샤프트 길이는 클럽 헤드스피드를 높여주는 것으로 발표하였으나 정확도에서는 떨어지는 것으로 발표하기도 하였다(Egret et al., 2003). 게다가 클럽 헤드스피드 및 타구 속도의 증가는 긴 드라이버를 이용하였을 때 얻을 수 있는 혜택이라고 강조하였다. 헤드스피드의 우위는 드라이버 비거리의 우위로 직결되는 것이 중론이다. 헤드스피드는 효율적인 임팩트, 회전 조건 및 탈출 각에 많은 영향을 미치며, 빠른 임팩트 속도 및 비 거리에 영향을 미친다. 골프공의 비행중에 역회전의 증가율은 골프공의 경계층 난류의 증가로 비행거리를 감소시켜 준다(Smits & Ogg, 2004). 따라서 탈출 각이 지나치게 높을 경우 공기와의 심한 마찰로 인해 비거리가 줄어들고, 가장 이상적인 회전인 역회전의 한 방식이 공기저항과 부딪칠 우려가 적으며, 슬라이스의 경우 역회전과 측면회전의 충돌로 인해 거리 손해를 보는 경우이다. 비거리의 증대 및 방향성의 증대를 위해서는 다양한 요인이 필요하나 탄도 및 회전이 중요함을 알 수 있는 대목이기도 하다. 그렇기 때문에 유연하면서도 과도하게 긴 샤프트는 스윙스피드에서 느리고, 임팩트 시 로프트에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고하면서도, 신체적 조건이 우수하고 기술이 있어 스윙 통제가 가능할 경우에 긴 드라이버를 사용할 만하다고 하였다(Wallace et al., 2007). 골프공 회전과 탈출 각, 역회전에 대한 모니터링 결과 상관관계가 0.053을 보여주었고, 샤프트 길이가 길어질수록 역회전도 상대적으로 오래 지속되고, 측면회전이 증가하는 것은 샷의 정확성과 연관성이 높다(Kenny et al., 2008)고 하였다. 샤프트의 길이가 길어질수록 탈출 각이 높아지는데 본 연구에서도 46inch에서 높아지는 것으로 나타나 그로 인해 타구 속도, 헤드스피드 및 드라이버 비거리에서 우위를 보이는 것으로 판단된다. 따라서 낮은 키포인트(kick point)에 다소 부드러운 샤프트를 사용한다면 골프공 백스핀 및 탈출 각에 직접적인 영향을 미치지 때문에 드라이버 비거리의 우위를 증가시킬 것으로 예측 할 수 있겠다. 특히 비거리를 높이기 위해서는 다운스윙 때 클럽 헤드 스피드를 높이고 로프트 각도를 높이기 위한 방법이 필요할 것으로 생각되며, 그러기 위해서는 무작정 긴 샤프트와 보다 자신의 신체적인 조건에 맞고 유연한 샤프트가 요구될 것으로 판단된다.



한편 긴 드라이버를 사용할 경우 정확도에서 떨어지는 것은 동적인 로프트의 증가와 유연성의 증가로 인해 모션의 제한과 더불어 클럽 헤드의 움직임(측면 및 수직)이 낮게 실현되는 관계 때문으로 보았다(Newell & Corcos, 1993). 특히, 익숙하지 않다는 것과 헤드가 너무 멀리서 온다는 느낌에 따른 불안심리 등이 작용하여 마지막 통제 지점에서 정확성이 떨어지는 변인들이 발생하게 되는 것으로 생각된다. 그러나 개인의 능력이론바 프로나 핸디캡 수준에 따라 실험실 연구에서는 긴 드라이버를 사용하여도 기존 사용 클럽과 정확도에서 별 차이가 없다는 결과를 발표하기도 하였다(Kenny et al., 2008). 긴 샤프트를 사용했을 경우 그립에 토크(torque) 증가로 인해 팔등이 유발되고 큰 각속도를 유지하는데 힘이 들기 때문이다. 긴 드라이버 사용시 비거리의 증대는 클럽 헤드의 가속에 의한 효과로 보다 부드러운 긴 샤프트를 권장하는 이유이다. Werner & Greing(2000)의 제시한 바에 의해서도 샤프트가 길면 정확도가 감소한다고 하였다. 그 이유는 긴 드라이버로 이용해 긴 비거리를 유발하기 위해서는 임팩트 패턴이 일정해야 하는데 그렇지 않을 가능성이 크기 때문이라 하였다. 따라서 긴 드라이버의 이용은 스윙 웨이트의 증가와 전체적인 클럽 질량의 증가로 스윙시 운동학을 유지하기 위해서는 골퍼의 신체적인 조건에 맞아야 한다고 생각된다(Kenny, 2006).

#### 4.3. 샤프트 무게

드라이버 샤프트의 무게에 따른 연구 결과 세부적으로 살펴볼 때, 타구 속도 및 비거리는 샤프트 무게가 65g일 때 타구 속도가 가장 빠르고 비거리는 가장 멀리 비행하는 것으로 나타났다. 이렇게 10g의 차이는 한순간으로 별 차이가 없는 무게지만 장기간의 지속적인 플레이 중 후반기 라운드시에는 차이를 느낄 수 있는 무게로 생각된다. 한편으로 샤프트 무게가 50g일 때 헤드스피드가 가장 빠르고 사이드 스핀은 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 휘두르는 과정에서 경량의 편안함을 생각해 볼 수 있고 피험자들이 30대 라는 점으로 보아 힘의 우위를 보여 결과적으로 헤드스피드 외 가벼움의 큰 이득을 볼 수 있었고 뿐만 아니라 연장자 및 여성 골퍼의 경우 드라이버 선택에 있어 판단 고려 사항으로 생각된다. 샤프트는 재료공학의 발달로 다양한 경량 샤프트가 출시되어, 스윙 웨이트의 변화 없이 클

럽의 길이도 조절할 수 있게 되었고, 전체 클럽의 중량을 낮춤으로 인해 스윙 스피드의 증가를 가져올 수 있게 되었다.

샤프트의 무게는 개인차에 따라 다를 것이며, 정확성과 비거리를 높일 수 있다면 가볍고 무거운의 결과를 떠나 최적의 샤프트라 할 수 있을 것이다. 스포츠 경기에서 우위를 점하기 위해서는 근육강화가 필요하고, 자신의 체격이나 체력수준에 따른 클럽 무게의 선정이 비거리 및 방향성 확보 차원에서 중요하다고 생각된다(Carlton et al., 2006). 본 연구에서 제시하듯 프로 골퍼나 강하고 빠른 스윙을 구사하는 골퍼들은 오히려 약간 무거운 샤프트가 방향성이나 일률성에서 더 큰 혜택을 보고, 보다 안정된 스윙을 하게 된다. 반대로 스윙 스피드가 빠르지 않은 골퍼나 상급 골퍼 중에서도 부드러운 템포(스윙 스피드가 빠르더라도)의 스윙을 구사하는 골퍼는 저중량이 유리할 것으로 생각된다. 따라서 샤프트의 발달에도 불구하고 가벼운 샤프트가 조건 없이 유리하다는 고정 관념은 버려야 할 것이며, 골퍼의 스윙 특성과 스피드, 템포 등을 종합적으로 검토한 후 올바른 선택을 하여야 할 것이다. 골프 수준과 관련한 헤드스피드 선행연구에서 핸디캡이 낮은(10 이하) 골퍼와 높은 골퍼(11~27)를 대상으로 10회의 스윙동작을 초고속 카메라로 측정된 결과 드라이버 헤드스피드는 핸디캡이 낮은 집단 일수록 높고, 핸디캡이 높은 집단 일수록 낮게 나타났다(Fradkin et al., 2004)는 결과는 기술적 우위와 경력에 따른 근신경의 적응 등으로 볼 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 나타난 바와 같이 무거운 클럽의 무게는 파워와 비거리에서 높일 수 있으나, 경기 후반 체력이 떨어질 경우에는 조작에서는 불편하기 때문에 두 가지 효과를 보기 위해서는 무엇보다 근육강화가 필요하고, 자신의 체격이나 체력수준에 따른 클럽 무게의 선정이 비거리 및 방향성 확보 차원에서 중요하다고 생각된다(Carlton et al., 2006). 본 연구 결과를 지지해주는 결과로, 본 연구에서도 나타난 결과와 같이 일반적인 무게 보다 다소 무거운 클럽에서 전반적인 느낌이 좋았을 뿐만 아니라 안정감에서도 가벼운 것보다 좋다는 평가가 있었다(Karlsen & Nilsson, 2007). 이러한 결과는 개인별 키나 체중 및 골프수준(핸디캡)에 따른 신중한 샤프트 선택이 요구된다는 것으로 해석할 수 있다.

#### 5. 결론

본 연구의 목적은 드라이버 스윙에 영향을 미치는 변인인 샤프트 강도, 길이 및 샤프트 무게에 맞는 최적의 드라이버 선정에 대하여 분석하고자 하였다. 연구 결과, 샤프트 강도 및 길이에 서는 변인간에 유의한 차이가 나타났고, 샤프트 무게에 따라서는 변인 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 샤프트 강도 CPM 230<, 샤프트 길이 46inch, 샤프트 무게 65g에서 가장 우수한 수행력을 보이는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면, 임상실험으로 인해 클럽선정에 있어 확실적인 결과는 도출되지 않아, 차후 사전 수행 후 피팅하여 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

본 연구의 제언으로는 기존 클럽(드라이버, 아이언)에 대한 개인별 사전 수행검사 후 개개인에 맞는 장비 피팅이 골퍼들의 수행력에 미치는 영향을 분석하는 것도 의미가 있을 것으로 생각된다.

## References

1. W. Y. Park, "The variability of physical fitness related physiological variables during four days golf round". Unpublished PhD dissertations. Dankook graduate school.(2000).
2. S. Koyama, K. Tsuruhara, Y. Yamamoto, "Duration of mentally simulated movement before and after a golf shot". *Percept Motor Skills*, Vol.108, No.1 pp. 327-38.(2009).
3. T. C. Sell, Y. S. Tsai, J. M. Smoliga, J. B. Myers, S. M. Lephart, "Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.21, No.4 pp. 1166-71.(2007).
4. B. S. Gordon, G. L. Moir, S. E. Davis, C. A. Witmer, D. M. Cummings, "An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 23, No.5 pp. 1606-1610.(2009).
5. J. Hellström, "Competitive elite golf: a review of the relationships between playing results, technique and physique". *Sports Medicine*, Vol.39, No9 pp. 723-741. (2009).
6. X. Zhang, G. Shan, "Where do golf driver swings go wrong? Factors influencing driver swing consistency". *Scandinavia Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol.24, No.5 pp. 749-757.(2014).
7. P. S. Glazier, "Comment on influence of shaft length on golf driving performance". *Sports Biomechanics*, Vol.4, No.2 pp. 180-2.(2009).
8. S. M. Lephart, J. M. Smoliga, J. B. Myers, T. C. Sell, Y. S. Tsai, "An eight golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers". *Journal of Strength Conditioning Research*, Vol.21, No.3 pp. 860-9.(2007).
9. Y. J. Park, S. J. Park, "The research of golf club shaft intensity setting methods". *Journal of sport and leisure studies*. Vol.32, No.4 pp. 827-835.(2008).
10. S. J. MacKenzie, D. E. Boucher, "The influence of golf shaft stiffness on grip and clubhead kinematics". *Journal of Sports Science*, Vol.35, No.2 pp. 105-111.(2017).
11. R. D. Milne, J. P. Davis, "The role of the shaft in the golf swing". *Journal of Biomechanics*, Vol.25, No.9 pp. 975-983.(1992).
12. H. Y. Oh, M. Yoo, S. H. Kim, J. .H. Jang, N. K. Kim, D. W. Kim, "Shaft Kick Point and Stiffness due to the Difference in Performance Analysis". *Biomedical Engineering Letters*, Vol.31, No.3 pp. 227-233.(2010).
13. J. W. Keogh, M. C. Marnewick, P. S. Maulder, J. P. Nortje, P. A. Hume, E. J. Bradshaw, "Are anthropometry, flexibility, muscular strength, and endurance variables related to club-head velocity in low and high handicap golfers?". *Journal of Strength and Conditioning Research*,

- Vol.23, No.6 pp. 1841-1850.(2009).
14. J. Worobets, D. Stefanyshyn, "The influence of golf club shaft stiffness on club head kinematics at ball impact". *Sports Biomech.* Vol.11, No.2 pp. 239-48.(2012).
  15. D. Tolhurst, "What you need to know before you buy". *Golf Monthly Equipment Supplement*, April 1989 issue.(1989).
  16. C. W. Kim, "Kinematics Analysis of Golf club's Length and Strength". *Journal of sport and leisure studies*, Vol.31, No. 4. pp. 975-985.(2007).
  17. K. H. Kim, "The Effects of Driver Club Shaft Flex on Distance and Accuracy". Unpublished PhD dissertations. Kyung Hee graduate school.(2016).
  18. S. J. Park, "The research of golf club shaft intensity setting methods". Unpublished PhD dissertations. Kyung Hee graduate school.(2007).
  19. K. Stanbridge, R. Jones, S. Mitchell, "The effect of shaft flexibility on junior golfers' performance". *Journal of Sports Science*, Vol.22, No.5 pp. 457-64.(2004).
  20. T. E. Harper, J. R. Roberts, R. Jones, "Driver swing weighting : A worthwhile process? Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B": *Journal of Engineering Manufacture*, Vol.219, No. 8 pp. 385-393.(2005).
  21. J. C. Kenny, E. S. Wallace, S. R. Otto, "Influence of shaft length on golf driving performance". *Sports Biomechanics*, Vol.7, No.3 pp. 322-32.(2009).
  22. C. I. Egret, O. Viincent, J. Weber, F. H. Dujardin, D. Chollet, "Analysis of 3D kinetics concerning three different clubs in golf swing". *International of Journal of Sports Medicine*, Vol.24, pp. 465-469.(2003).
  23. F. D. Werner, R. C. Greig, "How golf clubs really work and how to optimize their design". *Jackson: Origin Inc.*(2000).
  24. T. Iwatsubo, D. Nakajima, "Evaluation of long and short shaft of golf club by real swing". *The Engineering of Sport*, Vol.6, No. 4. pp. 347-352.(2006).
  25. J. Karlsen, J. Nilsson, "Club shaft weight in putting accuracy and perception of swing parameters in golf putting". *Percept Motor Skills*, Vol.105, No.1 pp. 29-38.(2007).
  26. I. C. Kenny, E. S. Wallace, D. Brown, S. R. Otto, "Validation of a full-body computer simulation model for the golf drive for clubs of differing length". In F. Moritz., and S. Haake(Eds), *The engineering of sport. Vol. 6.* pp 11-16. New York: Springer.(2006).
  27. T. Wishon, "The search for the perfect driver". Ann Arbor, Mi: *Sports Media Group.*(2006).
  28. M. Mizoguchi, T. Hashiba, "Matching the shaft length of a golf club to an individuals golf swing motion". *The Engineering of Sport*, Vol.4, No. 6 pp. 695-700.(2002).
  29. K. M. Newell, D. M. Corcos, D.M. "Variability and motor control". Champaign: *Human kinetics.*(2002).
  30. M. Reyes, A. Mitteendorf, "A mathematical swing model for a long-driving champion". In M.R. Farrally, and A.J. Cochran(Eds.), *Science and golf III. Proceeding of the World Scientific Congress of Golf(13-19).* Leeds, UK: *Human Kinetics.*(1999).
  31. A. J. Smits, S. Ogg, "Golf ball aerodynamics". *The Engineering of Sport*, Vol.5, pp. 3-10.(2004).
  32. E. S. Wallace, S. R. Otto, A. Nevill, "Ball launch conditions for skilled golfers using drivers of different lengths in an indoor testing facility". *Journal of ports Science*, Vol.25, No.7 pp. 731-737.(2007).