



# 성, 기술수준 및 클럽이 골프 스윙의 운동학적 요인에 미치는 영향

## Effects of Gender, Skill Level, and Club on Kinematics of Golf Swing

권선옥(영산중학교) · 이기광\*(인제여자대학교)

Kwon, Sun-Ok(Youngsan Middle School) · Lee, Ki-Kwang\*(Inje University)

---

### ABSTRACT

S. O. KWON, K. K. LEE, Effects of Gender, Skill Level, and Club on Kinematics of Golf Swing. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 3, pp.79-94, 2005. Because the golf swing is very complex movement, it is varied in different gender, skill level, and club. This study measured kinematic variables in golf swing regarding gender, skill level, and club types using FasTrak electromagnetic tracking system. Golf swing kinematics including time variables, linear and angular displacement variables, angular velocity variables were analyzed and compared through three-way ANOVA.

The results were as follows:

1. In time variables, Female and driver showed longer backswing time than male and iron. Downswing time was longer in female and nonexperts than male and experts. Backswing time over downswing time was longer in experts than nonexperts. Uncocking time was longer in male and experts than female and nonexperts. The differences were statistically significant ( $p<.05$ ).

2. In displacement variables, Female and nonexperts showed greater backswing head lift than male and experts. Impact head lift was greater in female, nonexperts, and iron than male, experts, and driver. The differences were statistically significant ( $p<.05$ ). Experts and driver showed greater top hip rotation angle than nonexperts and iron. Top shoulder rotation angle was greater in male, experts and driver than female, nonexperts, and iron. X-factor was greater in male, experts, and driver than female, nonexperts, and iron. Male and experts showed greater backswing hip sway than female and nonexperts. Impact hip sway was greater in male and iron than female and driver. The differences were statistically significant ( $p<.05$ ).

3. In velocity variables, Experts displayed higher impact hip rotation velocity than nonexperts. Impact shoulder rotation velocity was greater in male and iron than female and driver ( $p<.05$ ).

**KEYWORDS:** GOLF, DRIVER, IRON, SWING

---

## I. 서론

골프는 세계적으로 가장 인기 있는 스포츠 중의 하나이며, 골프 인구는 꾸준히 증가하고 있다. 우리나라에서도 골프가 대중화되고 인기 있는 스포츠로 자리 잡아가감에 따라 골프 동호인뿐만 아니라 일반 국민들의 골프에 대한 관심이 매우 커지고 있다.

초보자를 포함한 골프 동호인뿐만 아니라 프로 골퍼 선수들 모두에게 가장 큰 목표는 가장 적은 타수로 공을 홀 컵에 넣는 것이다. 따라서 대부분의 골퍼는 골프 스코어를 향상시키기 위해 부단히 연습할 뿐만 아니라, 더 좋은 장비를 갖추기 위해 적지 않은 비용을 투자하기도 한다. 그러나 이러한 노력들도 근본적으로 자신의 골프 기술을 향상시키지 않는다면 크게 도움이 되지 않는다.

운동역학 분야에서 골프 스윙 동작을 학문적으로 규명하기 위해 많은 노력들이 있었으며, 이러한 선행연구들은 영상 분석을 통한 스윙동작의 운동학적(Kinematic) 분석, 힘을 측정할 수 있는 장비를 이용한 운동역학적(Kinetic) 분석, 그리고 수학적인 모델링을 통한 역학적인 변인 분석 등 크게 세 가지 방향으로 나뉠 수 있다. 운동학적 연구에서는 주로 영상분석을 통하여, 공의 비거리 및 속도, 클럽헤드의 속도 증가를 위한 주요 운동학적 변인을 규명하고, 임팩트 시 클럽헤드의 선속도를 정량적으로 비교 분석하였다(Cochran & Stobbs, 1968; Milburn, 1982; Robert et al, 1985; Vaughan, 1990; Sanders & Owens, 1992; Fujimoto, 1995; Burden et al, 1998; 조수현, 1990; 나상준, 1994; 김주선, 1994; 김무영, 1995; 임태상, 1996; 송주호, 1999).

운동역학적 연구에서는 지면반력기와 영상분석을 통하여 인체 중심의 이동, 클럽헤드에서 발생하는 파워와 인체 각 관절에 작용하는 힘과 토크의 분석이 주를 이루어 왔다(Cooper, Bates, & Scheuchenzuber, 1974; William & Cavanagh, 1983; Richards et al, 1985; Richards, Farrell, Kent, & Kraft, 1985; Hosea et al, 1990; 박성순, 1990; 이혜숙, 1992; 1998, 김범중).

수학적인 모델링을 통한 연구로는 다운스윙 구간의 스윙 동작을 진자 모델로 단순화해서 스윙동작에 대한

생체역학 모델을 세우고, 이를 통하여 클럽과 인체에 영향을 주는 변인들의 분석 등이 있었다(Lampsa, 1975; Campbell, 1984; Neal & Wilson, 1985; Jorgensen, 1994; Pickering & Vickers, 1998; Iwatsubo & Kawamura, 1998).

골프 스윙은 어드레스, 백스윙, 톱스윙, 다운스윙, 임팩트, 팔로스로, 피니쉬 동작이 조화롭게 이루어져야 하고 그 전체 동작이 약 2초 만에 끝나버리기 때문에, 흔히 주말 골퍼라고 일컫는 아마추어 골퍼들은 영상 분석 시스템의 도움이 없다면 역학적으로 이상적인 스윙 동작을 학습하기가 매우 어려운 실정이다.

그러나 기존의 영상 분석 시스템은 분석에 장시간이 소요되기 때문에 많은 피험자를 대상으로 많은 스윙 변인을 분석하기에 많은 노력과 비용이 필요하다. 본 연구에서는 연구 방법에 있어서 실시간으로 다량의 데이터를 획득할 수 있는 전자기장 방식의 모션 캡처 방식을 골프 스윙 동작 분석에 적용함으로써, 기존의 비디오 분석 시스템의 한계를 극복할 수 있는 기회를 제공하리라 기대된다. 즉, 실시간으로 제공되는 피드백을 기술적으로 가능케 하여, 골퍼뿐만 아니라 다른 스포츠 동작의 교육 현장에 획기적인 기대 효과를 가져 올 수 있다고 생각 된다.

따라서 본 연구의 목적은 전자기장 방식의 모션 캡처 방식을 골프 스윙 동작 분석에 적용하여, 성별에 따른 기술 수준과 클럽별 골프 스윙의 운동학적 변인들의 차이를 분석하는 것이다. 본 연구를 통해 얻게 될 결과는 자동화된 골프 스윙분석 및 레슨 시스템의 데이터베이스로 활용되어 과학화된 골퍼지도법의 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 사용 클럽

본 연구의 실험을 위해 40명의 골퍼를 동원하였다. 40명의 피험자는 기술 수준별로 골프 스윙 동작의 운동역학적 요인을 비교하기 위해 숙련자와 비숙련자 각각 20명으로 구성되었고 숙련자는 핸디캡이 5이하, 비숙련

자는 핸디캡이 18이상인 자로 한정하였으며 남녀별 구성 인원은 <표 1>과 같다. 또한 클럽별 골프 스윙동작의 운동학적 분석을 위해 7번 아이언과 드라이버를 사용하였다.

표 26. 피험자

	숙련	비숙련	계
남	11	10	21
여	9	10	19
계	20	20	40

## 2. 실험도구 및 실험절차

선정된 각 피험자의 골프 스윙 분석은 거리가 200m인 드라이빙 레인지에서 실시하였다. 각 피험자는 7번 아이언과 드라이버를 사용하여 각각 10번씩 스윙을 하는 동안 동작 측정 시스템인 FasTrak electromagnetic tracking system (Polhemus Inc., Colchester, VT)을 이용하여 스윙을 측정하였다(그림 1).

본 연구에서 사용할 전자기적 3차원 동작 추적 시스템은 많은 다양한 생체역학적 연구에 있어서 인간 동작을 정확하게 정량화하는 장비라고 보고되었으며(An et al., 1988; Johnson and Anderson, 1990; Mannon et al., 1997; Bull et al., 1998), 4개의 센서를 머리, 몸통, 골반, 왼손 등에 부착하여 60Hz의 빈도로 분절의 움직임을



그림 1. 실험장면

측정하였다.

## 3. 자료 분석

골프 스윙의 동작분석을 위한 운동학적인 변인은 다음과 같다.

### 1) 시간 변인

스윙의 템포를 나타내는 시간 변인을 정의하기 위하여 우선 골프 스윙 동작의 이벤트를 어드레스(테이크백을 하기 전에 클럽 페이스와 공이 붙어있는 시점), 푹(백스윙을 하여 골프채가 최대 회전을 한 시점), 임팩트(다운스윙이 끝나는 순간에 클럽 페이스가 공과 만나는 시점), 피니쉬(스윙이 완전히 끝나는 시점) 등 4시점으로 구분할 수 있으나 본 연구에서는 <표 2>와 같이 백스윙과 다운스윙만을 대상으로 분석하였다. 또한 손목폴립시점을 분석하였는데, (손목이 풀리는(언코킹) 시간/다운스윙 소요시간) $\times$ 100으로 계산하였으며 단위는 %이다.

표 27. 시간변인

시간 변인	설명
백스윙	어드레스에서 푹까지 소요된 시간(초)
다운스윙	푹에서 임팩트까지 소요된 시간(초)
백스윙/다운스윙	백스윙과 다운스윙의 상대적 비율(배)
손목폴립시점	다운스윙 중 손목 각도가 증가하기 시작하는 시점(%)

### 2) 변위 변인

골프 스윙 동작에 있어서 인체의 분절과 관절의 거리 및 각변위 변인은 백스윙과 다운스윙으로 나누어 <표 3>과 같이 설정하였다. 즉, 분절의 변위는 머리와 엉덩이의 수직 및 좌우 변위로 설정하였으며, 관절의 각변위는 엉덩이와 어깨의 회전각뿐만 아니라 몸통의 꼬임을 나타내는 X-factor(엉덩이 회전각과 어깨 회전각간의 차이) 등으로 설정하였다(그림 2).

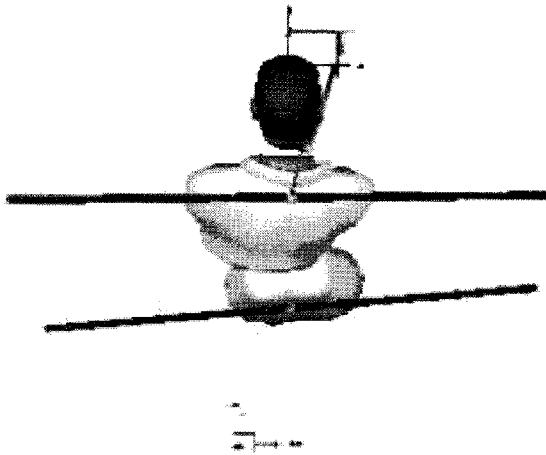


그림 2. X-factor

변위 변인	설명
변위	백스윙 머리 어드레스에서 스윙의 톱까지 리프트 머리의 수직 변위(cm)
	힙 어드레스에서 스윙의 톱까지 스웨이 엉덩이의 좌우 변위(cm)
다운스윙	머리 스윙의 톱에서 임팩트까지 리프트 머리의 수직 변위(cm)
	힙 스윙의 톱에서 임팩트까지 스웨이 엉덩이의 좌우 변위(cm)
각변위	힙회전 어드레스에서 스윙의 톱까지 각도 엉덩이 회전 각변위(°)
	어깨회전 어드레스에서 스윙의 톱까지 전각도 어깨 회전 각변위(°)
	x-factor 어드레스에서 스윙의 톱까지 x-factor 각변위(°)

3) 속도 변인

속도 변인은 표-3과 같이 임팩트 시 엉덩이, 어깨의 각속도 등으로 설정하였다.

표 4. 속도 변인

속도 변인	설명
임팩트 시 회전 속도	힙 임팩트 시 엉덩이의 회전 속도 (deg/s)
어깨 회전 속도	어깨 임팩트 시 어깨의 회전 속도 (deg/s)

5) 통계처리

모든 자료에 대한 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하

였고, 성에 따른 기술 수준 및 클럽별 골프 스윙을 운동학적으로 비교하기 위해서 일반 선형 모형의 삼원변량분석(three-way ANOVA)을 실시하여 상호작용의 효과가 유의한 경우 평균치의 개별비교를 하였고, 유의 임계치는 0.05로 설정하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구에서는 골프 스윙 시 성에 따른 기술 수준 및 클럽별 골프 스윙의 운동학적 차이를 알기 위하여 40명을 대상으로 동작 측정 시스템인 FasTrak electro- magnetic tracking system (Polhemus Inc., Colchester, VT)을 이용하여, 시간 변인인 백스윙 시간, 다운스윙 시간 그리고 백스윙/다운스윙 시간, 그리고 손목폴럼시점, 변위 변인인 백스윙머리리프트, 백스윙힙스웨이, 다운스윙머리리프트, 다운스윙힙스웨이, 백스윙힙회전각도, 백스윙어깨회전각도와 x-factor, 그리고 속도변인인 임팩트힙회전속도와 임팩트어깨회전속도를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 시간 변인

1) 백스윙시간

백스윙은 골프 스윙의 시작 동작이며 강력한 임팩트를 위해 힘을 모으면서 정확성을 함께 확보해야 하는 중요한 단계라고 할 수 있다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙시간은 <표 5>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 1.26±0.26초, 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.31±0.21초, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 1.23±0.51초, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.27±0.40초, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 1.39±0.24초, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.57±0.07초, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 1.37±0.53초로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.40±0.34초로 나타났다.

표 30. 남녀별 기술수준 및 클럽에 따른 백스윙시간(초)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	1.26±0.26
		드라이버	1.31±0.21
	숙련	아이언	1.23±0.51
		드라이버	1.27±0.40
여	비숙련	아이언	1.39±0.24
		드라이버	1.57±0.07
	숙련	아이언	1.37±0.53
		드라이버	1.40±0.34

<표 6>에 나타낸 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙시간의 삼원분산분석결과 성별과 클럽에서 주효과가 유의하였는데 여자가 남자보다, 드라이버 스윙이 아이언 스윙보다 유의하게 높게 나타났다( $p<.05$ ). 한편 상호작용효과는 유의하지 않았다. 이것은 골프에서 주로 사용되는 근육군의 근력의 성차와 골프 클럽의 길이 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 홍현표(2003)는 백스윙 시 안정된 자세를 유지하기 위해서는 척추기립근이 사용되고, 스윙 궤도를 올바르게 하는 데는 회전근이 사용되며, 백스윙의 축인 오른쪽 다리의 대퇴직근, 내측광근, 그리고 반막양근에 힘이 가해진다고 하였다. 따라서 이런 근육군의 파워가 남자가 여자보다 강하며 드라이버의 길이가 아이언의 길이보다 길기 때문에 생긴 결과라고 생각된다.

표 31. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙시간의 삼원분산분석 결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	.2982	1	.2982	19.712*	b>a
기술수준(B)	.444	1	.444	2.932	
클럽(C)	.583	1	.583	3.855*	f>e
A×B	.084	1	.084	.553	
A×C	.097	1	.097	.639	
B×C	.171	1	.171	1.129	
A×B×C	.177	1	.177	1.167	

\* $p<.05$  a:남, b:여, e:아이언, f:드라이버

2) 다운스윙시간

스윙의 정점인 톱 오브 스윙에서 내려오는 순간부터 임팩트까지가 다운스윙이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 다운스윙시간은 <표 7>과 같다.

남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 0.35±0.05초, 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 0.34±0.05초, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 0.33±0.07초, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 0.32±0.07초, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 0.45±0.08초, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 0.49±0.06초, 여자 숙련자의 아이언에서는 0.33±0.04초로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 0.34±0.04초로 나타났다.

<표 8>에 나타낸 바와 같이 삼원분산분석결과 성별과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다 유의하게 길게 나타났다( $p<.05$ ). 한편, 상호작용 효과는 성별×기술수준, 성별×클럽, 그리고 기술수준×클럽에서 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 여자 비숙련자, 여자 숙련자와 남자 비숙련자, 그리고 남자 숙련자는 유의한 차이가 있었고( $p<.05$ ), 여자 드라이버와 여자 아이언이 남자 아이언과 남자 드라이버보다 유의하게 길게 나타났으며, 비숙련자 드라이버와 비숙련자 아이언이 숙련자 아이언과 숙련자 드라이버보다 유의하게 길게 나타났다( $p<.05$ ). 이 결과는, 다운스윙은 백스윙에서 회전시킴(coiling) 몸통을 풀어주는 과정이기 때문에 무게 중심인 왼발로 버텨야 하므로 백스윙 때와 정반대로 왼쪽 다리(대퇴직근,

표 32. 성, 기술수준 및 클럽별 다운스윙시간(초)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	0.35±0.05
		드라이버	0.34±0.05
	숙련	아이언	0.33±0.07
		드라이버	0.32±0.07
여	비숙련	아이언	0.45±0.08
		드라이버	0.49±0.06
	숙련	아이언	0.33±0.04
		드라이버	0.34±0.04

표 33. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 다운스윙시간의 삼원분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	.539	1	.538	141.455*	b>a
기술수준(B)	.580	1	.580	152.448*	c>d
클럽(C)	.006	1	.006	1.500	
A×B	.364	1	.364	95.793*	bc>bd,ac>ad
A×C	.035	1	.035	6.137*	bf,be>ae,af
B×C	.011	1	.011	2.786	cf,ce>de,df
A×B×C	.009	1	.009	2.369	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

내광근)와 엉덩이(대둔근)가 가장 힘있게 쓰이고, 몸통의 강한 수평 회전을 위해 배 근육(복사근, 복직근)과 척추기립근, 중둔근이 고루 작용하며 특히 몸통이 회전하는 힘은 겨드랑이 아래쪽의 광배근과 가슴 근육(대흉근)의 수축·이완을 통해 나오므로(홍현표, 2003) 그 근육군이 약하면 허리회전속도가 적어 결국 헤드 스피드가 약하기 때문에 생긴 결과라고 생각된다.

3) 백스윙시간/다운스윙시간

백스윙시간/다운스윙시간은 다운 시간에 대한 백스윙시간의 비율이다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙시간/다운스윙시간은 <표 9>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 3.69±0.85배, 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 3.92±0.68배, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 3.79±0.75배, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 4.11±0.96배, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 3.12±0.85배, 여자 비숙련자 드라이버 스윙에서는 3.26±0.84, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 4.183±0.78 배로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 4.164±0.75배로 나타났다.

한편, 남자의 드라이버 백스윙시간/다운스윙시간은 4.038배로 나타났는데, 이 결과는 남자 프로골프 선수를 대상으로 이러한 비율을 연구한 결과(배성재와 김복영, 1995)에서 밝힌 “어드레스에서 백스윙의 톱까지의

표 34. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙시간 /다운스윙시간 (배)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	3.69±0.85
		드라이버	3.92±0.68
	숙련	아이언	3.79±0.75
		드라이버	4.11±0.96
여	비숙련	아이언	3.12±0.85
		드라이버	3.26±0.84
	숙련	아이언	4.183±0.78
		드라이버	4.164±0.75

표 35. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙시간/다운스윙시간의 삼원분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	4.312	1	4.312	2.865	
기술수준(B)	33.619	1	33.619	22.339*	d>c
클럽(C)	2.909	1	2.909	1.933	
A×B	18.133	1	18.133	12.049*	bd,ad,ac>bc
A×C	1.382	1	1.382	.919	
B×C	.039	1	.039	.026	
A×B×C	.486	1	.486	.323	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

소요시간이 어드레스에서 임팩트까지의 전체 시간 중 80%를 차지하고 톱스윙에서 임팩트까지의 시간이 20%를 차지하고 있다”는 결과와 유사한 것으로 나타났다.

<표 10>에 나타낸 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙시간/다운스윙시간의 삼원분산분석결과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용효과는 유의하였고 평균치의 개별 비교 결과 여자숙련자, 남자 숙련자 및 남자 비숙련자가 여자 비숙련자보다 유의하게 길게 나타났다(p<.05). 이 결과는 백스윙이 빠르면 미스 샷을 야기할 수 있기 때문에 숙련자들이 비숙련자에 비해서 이 비율이 낮은 결과라고 생각된다.

4) 손목풀림시점

손목풀림시점은 언코킹(uncocking), 즉 백스윙시 코킹한 손목을 다운 스윙 중 풀어주는 동작이다. 클럽의 헤드 스피드를 높여 비거리를 늘리기 위해서는 다운스윙 시 늦은 언코킹이 필요하다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 손목풀림시점(%)은 <표 11>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 47.52±7.58%, 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 51.56±9.62%, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 65.15±11.23%, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 65.13±10.96%, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 48.14±8.48%, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 44.06±7.72%, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 54.44±8.53%로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 57.20±9.15%로 나타났다.

표 36. 성, 기술수준 및 클럽별 손목풀림 시점(%)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	47.52±7.58
		드라이버	51.56±9.62
	숙련	아이언	65.15±11.23
		드라이버	65.13±10.96
여	비숙련	아이언	48.14±8.48
		드라이버	44.06±7.72
	숙련	아이언	54.44±8.53
		드라이버	57.20±9.15

표 37. 성, 기술수준 및 클럽별 손목풀림 시점의 삼원분산 분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	2280.928	1	2280.928	10.098*	a>b
기술수준(B)	22857.993	1	22857.993	101.194*	d>c
클럽(C)	122.310	1	122.310	.541	
A×B	140.253	1	140.253	.621	
A×C	98.698	1	98.698	.437	
B×C	126.958	1	126.958	.562	
A×B×C	1054.015	1	1054.015	.031*	ade>bde> acf,ace,bce> bcf

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

<표 12>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 손목풀림시점 삼원분산분석결과 성별과 클럽에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 드라이버가 아이언보다 손목풀림시점(언코킹 시간)이 유의하게 늦게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준×클럽에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 남자 숙련자의 아이언, 여자 숙련자의 아이언, 남자 비숙련자의 드라이버와 남자 비숙련자의 아이언 및 여자 비숙련자의 아이언, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙은 손목풀림시점에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이 결과는 숙련자의 손목풀림시점이 비숙련자보다 늦다는 일반적인 이론과 일치하는 결과이다. 그러나 남자가 여자보다 손목풀림시점이 늦게 나온 결과에 대해서는 후속 연구가 필요한 부분이다.

2 변위 변인

5) 백스윙머리리프트

백스윙 머리리프트는 어드레스에서의 머리 높이와 백스윙 탑에서의 머리 높이의 차이이다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙머리리프트(cm)는 <표 13>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언스윙에서는 6.20±5.39cm, 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 5.36±4.88cm, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 0.44±3.37cm, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.82±4.00cm, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 10.56±8.83cm, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 11.72±7.44cm, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 2.96±2.02cm로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 2.25±2.47cm로 나타났다.

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	6.20±5.39
		드라이버	5.36±4.88
	숙련	아이언	0.44±3.37
		드라이버	1.82±4.00
여	비숙련	아이언	10.56±8.83
		드라이버	11.72±7.44
	숙련	아이언	2.96±2.02
		드라이버	2.25±2.47

<표 14>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙머리리프트 삼원분산분석결과성별과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다 유의하게 높게 나타났다( $p<.05$ ). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교결과 여자 비숙련자, 남자 비숙련자, 그리고 여자 숙련자와 남자숙련자의 스윙 간에 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 백스윙을 할 때 왼쪽 어깨는 내려가고 머리는 올라가게 되는데 이 차이가 크면 클수록 임팩트 시 미스 샷의 원인이 될 수가 있으므로 숙련자와 비숙련자 간에 차이가 난 것으로 생각된다.

표 39. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙머리리프트의 삼원 분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	1416.529	1	1416.529	69.876*	b>a
기술수준(B)	4668.917	1	4668.917	230.312*	c>d
클럽(C)	5.862	1	5.862	.289	
A×B	361.548	1	361.548	17.835*	bc>ac>bd,ad
A×C	43.648	1	43.648	2.153	
B×C	.100	1	.100	.005	
A×B×C	68.270	1	68.270	3.368	

\* $p<.05$  a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

6) 임팩트머리리프트

임팩트 머리리프트는 어드레스에서의 머리높이와 임팩트에서 머리높이의 차이이다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트머리리프트(cm)는 <표 15>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는  $-2.39\pm 5.10\text{cm}$ , 남자 비숙련의 드라이버 스윙에서는  $-4.61\pm 4.47\text{cm}$ , 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는  $-1.96\pm 3.68\text{cm}$ , 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는  $-2.27\pm 4.46\text{cm}$ , 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는  $3.62\pm 7.81\text{cm}$ , 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는  $4.04\pm 8.61\text{cm}$ , 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는  $-2.92\pm 3.87\text{cm}$ 로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는  $-4.44\pm 5.14\text{cm}$ 로 나타났다.

표 40. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트머리리프트(cm)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	$-2.39\pm 5.10$
		드라이버	$-4.61\pm 4.47$
	숙련	아이언	$-1.96\pm 3.68$
		드라이버	$-2.27\pm 4.46$
여	비숙련	아이언	$3.62\pm 7.81$
		드라이버	$4.04\pm 8.61$
	숙련	아이언	$-2.92\pm 3.87$
		드라이버	$-4.44\pm 5.14$

<표 16>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트머리리프트 삼원분산분석결과성별과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다, 그리고 아이언이 드라이버 스윙보다 유의하게 높게 나타났다( $p<.05$ ). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 여자 숙련자와 남자 숙련자, 여자 비숙련자, 그리고 남자 비숙련의 스윙 간에 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 골프 스윙에서 임팩트 시 골반이 정상적으로 돌아오고 타격을 하고 나면 원운동을 계속하게 되는데 이 때 오른쪽 어깨가 처지기 때문에 머리는 낮아진다. 그러므로 임팩트 머리리프트는 기술수준이 높다면 (-) 값을 가지게 된다. 여자 비숙련자인 경우, 아이언이  $3.62\text{cm}$ , 드라이버가  $4.04\text{cm}$ 로 나타났는데 이런 경우는 임팩트 시에 강한 타격을 할 수 없는 결과가 될 것이다.

표 41. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트머리리프트의 삼원 분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	869.397	1	869.397	35.075*	b>a
기술수준(B)	1048.860	1	1048.860	42.315*	c>d
클럽(C)	119.918	1	119.918	4.838*	e>f
A×B	2285.966	1	2285.966	92.224*	bc>ad>ac,bd
A×C	12.075	1	12.075	.487	
B×C	6.833	1	6.833	.276	
A×B×C	86.023	1	86.023	3.471	

\* $p<.05$  a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버



7) 백스윙힙스웨이

백스윙힙스웨이는 백스윙 시 엉덩이가 스웨이 된 거리(cm)이고 (-)는 오른쪽 방향을 의미한다. 골프스윙은 몸을 꼬아주는 과정과 그것을 풀어주는 과정으로 이루어진다고 할 수 있는데 백스윙 시 스웨이는 상체의 움직임보다 하체 즉 엉덩이가 먼저 옆으로 이동하면서 몸을 제대로 꼬아주지 못하는 현상이 백스윙힙스웨이(sway)이다. 따라서 스웨이 현상이 생기면 좋은 샷을 기대할 수 없을 것이다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙힙스웨이(cm)는 <표 17>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 -2.04±5.77cm, 남자 비숙련자의 드라이버에서는 -3.07±5.98cm, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 -6.97±4.19cm, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 -6.11±3.17cm, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 2.12±6.21cm, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 2.88±6.29cm, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 -6.27±4.86cm로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 -6.70±5.69cm로 나타났다.

표 42. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙힙스웨이 삼원분산 분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	770.900	1	770.900	32.464*	a>b
기술수준(B)	770.900	1	4558.031	191.946*	d>c
클럽(C)	4558.031	1	1.192	.050	
A×B	4558.031	1	648.557	27.312*	ad,bd>ac>bc
A×C	1.192	1	13.553	.571	
B×C	1.192	1	.207	.009	
A×B×C	648.557	1	33.994	1.432	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

표 43. 성, 기술수준 및 클럽별 백스윙힙스웨이(cm)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	-2.04±5.77
		드라이버	-3.07±5.98
	숙련	아이언	-6.97±4.19
		드라이버	-6.11±3.17
여	비숙련	아이언	2.12±6.21
		드라이버	2.88±6.29
	숙련	아이언	-6.27±4.86
		드라이버	-6.70±5.69

<표 18>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트머리리프트 삼원분산분석결과, 성별과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 남자 숙련자와 여자 숙련자, 남자 비숙련자, 그리고 여자 비숙련자 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이 결과는 일반적인 이론과는 일치하지 않는 결과인데 숙련자의 경우 오른쪽 방향으로 스웨이 된 거리가 크지 않고 여자 비숙련자의 경우 오히려 왼쪽 방향으로 스웨이가 이루어져 나타난 결과라고 해석할 수 있다. 그리고 여자비숙련자가 왼쪽 방향(+)으로 스웨이 된 현상은 스웨이를 지나치게 의식한 나머지 오른발에 잔뜩 힘이 들어가 무릎이 펴진 상태로 백스윙을 한 결과라고 생각된다.

8) 임팩트힙스웨이

임팩트힙스웨이는 어드레스에서의 힙의 위치와 임팩트 시의 힙의 위치의 차이(cm)이고 (-)는 오른쪽 방향을 의미한다.

성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트힙스웨이(cm)는 <표 19>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 1.23±5.96cm, 남자 비숙련의 드라이버 스윙에서는 -0.55±5.21cm, 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 2.01±4.91cm, 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 1.42±4.01cm, 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 0.79±2.80cm, 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 -1.56±3.16cm, 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 0.61±5.65cm로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 -1.12±6.01cm로 나타났다.

표 44. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트힙스웨이(cm)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	1.23±5.96
		드라이버	-0.55±5.21
	숙련	아이언	2.01±4.91
		드라이버	1.42±4.01
여	비숙련	아이언	0.79±2.80
		드라이버	-1.56±3.16
	숙련	아이언	0.61±5.65
		드라이버	-1.12±6.01

<표 20>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트힙스웨이 삼원분산분석결과 성별과 클럽에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 아이언이 드라이버보다 유의하게 크게 나타났으며( $p<.05$ ) 상호작용효과는 유의하지 않았다. 이 결과는 “숙련된 골퍼를 대상으로 하여 다운스윙 시 19.4cm 임팩트 힙스웨이가 생겼다”고 보고한 연구(김하영, 박진, 1994)보다는 적은 수치를 보였고, 아이언이 드라이버보다 큰 수치를 보인 것은 클럽 헤드의 각도차이로 인한 결과일 수 있다. 즉, 아이언은 드라이브와는 달리 위에서 공의 아래쪽 최저점을 때려야만 토핑이나 뒤땅이 나지 않기 때문에 허리를 밀고 간 것이 아닌가 생각된다. 그러나 정확한 해석은 추후 연구가 필요하다.

표 45. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트힙스웨이 삼원분산 분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	181.038	1	181.038	6.987*	a>b
기술수준(B)	53.994	1	53.994	2.084	
클럽(C)	323.633	1	323.633	12.491*	e>f
A×B	42.009	1	42.009	1.621	
A×C	14.836	1	14.836	.573	
B×C	5.486	1	5.486	.212	
A×B×C	.171	1	.171	.007	

\* $p<.05$  a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

9) 탑힙회전각도

탑힙회전각도는 백스윙 탑에서의 엉덩이 회전각도이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 탑힙회전각도(°)는 <표 21>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 54.29±9.89(°), 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 58.24±10.87(°), 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 52.67±6.26(°), 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 61.87±7.41(°), 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 56.14±7.63(°), 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 54.87±3.21(°), 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 58.44±10.47(°)로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 64.02±11.62(°)로 나타났다.

표 46. 성, 기술수준 및 클럽별 탑힙회전각도(°)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	54.29±9.89
		드라이버	58.24±10.87
	숙련	아이언	52.67±6.26
		드라이버	61.87±7.41
여	비숙련	아이언	56.14±7.63
		드라이버	54.87±3.21
	숙련	아이언	58.44±10.47
		드라이버	64.02±11.62

<표 22>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 탑힙회전각도 삼원분산분석결과 기술수준과 클럽에서 주효과가 유의하였는데 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 드라이버가 아이언보다 유의하게 높게 나타났다( $p<.05$ ). 한편, 성별×기술수준, 성별×클럽, 그리고 기술수준×클럽에서 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 즉, 여자숙련자와 숙련자의 드라이버 스윙에서 탑힙회전각도가 가장 큰 것으로 나타났다( $p<.05$ ). 이 결과는 장타를 잘 치는 숙련자일수록 팔보다는 허리회전으로 힘의 모멘트(토크)를 얻고, 드라이버는 장타를 치기 위한 클럽이므로 아이언보다 길이가 길어(회전축에서 작용점까지의 길이가 길다) 임팩트까지의 시간만 같다면 각거리가 긴 쪽이 공에 더 큰 충격량을 줄 수 있다는 생각에 오버 스윙한 결과가 아닌가 생각된다. 한편, 일반적으로 탑 엉덩이회전각도는 45°라고 알려져 있어 추후 후속연구가 필요하다고 생각된다.

표 47. 성, 기술수준 및 클럽별 탑힙회전각도 삼원분산 분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	.268.625	1	268.625	3.164	
기술수준(B)	1433.573	1	1433.573	16.883*	d>c
클럽(C)	1618.774	1	1618.774	19.065*	f>e
A×B	627.049	1	627.049	7.385*	bd>ad,ac,bc
A×C	215.562	1	215.562	2.539	
B×C	1330.059	1	1330.059	15.664*	df>cf, ce,de
A×B×C	.5455	1	.5455	.064	

\* $p<.05$  a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

표 48. 성, 기술수준 및 클럽별 탑어깨회전각도 삼원분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	2821.127	1	2821.127	24.622*	a>b
기술수준(B)	9472.339	1	9472.339	82.672*	d>c
클럽(C)	4242.882	1	4242.882	37.031*	f>e
A×B	2032.039	1	2032.039	17.735*	ad,bcd>ac>bc
A×C	3.320	1	3.320	.029	
B×C	2005.236	1	2005.236	17.501*	df>de, cf>ce
A×B×C	33.056	1	33.056	2.289	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

10) 백스윙어깨회전각도

탑어깨회전각도는 백스윙 탑에서의 어깨의 회전각도이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 백스윙어깨회전각도(°)는 <표 23>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 96.40±11.05(°), 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 99.04±12.40(°), 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 97.83±12.09(°), 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 107.17±8.06(°), 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 87.21±9.13(°), 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 89.54±8.90(°), 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 97.11±11.24(°)로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 106.17±11.45(°)로 나타났다.

한편, 남자들은 100.24°로 어깨를 회전하여 일반적으로 추천하는 각도 90°보다는 다소 큰 결과를 보였으나 숙련된 골퍼들을 대상으로 한 연구(김하영, 박진, 1994)에서 어깨회전각도가 115°였다고 보고한 결과보다는 작게 나타났다.

표 49. 성, 기술수준 및 클럽별 탑어깨회전각도(°)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	96.40±11.05
		드라이버	99.04±12.40
	숙련	아이언	97.83±12.09
		드라이버	107.17±8.06
여	비숙련	아이언	87.21±9.13
		드라이버	89.54±8.90
	숙련	아이언	97.11±11.24
		드라이버	106.17±11.45

<표 24>에 나타난 바와 같이 삼원분산분석결과 성별과 클럽 및 기술수준 모두에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 드라이버가 아이언보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준, 그리고 기술수준×클럽에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 남자숙련자와 여자숙련자가 남자 비숙련자와 여자 비숙련자보다, 숙련자 드라이버가 숙련자 아이언, 비숙련자 드라이버 및 비숙련자 아이언보다 탑어깨회전각도가 유의하게 크게 나타났다(p<.05). 숙련자의 어깨 회전각도가 큰 것은 그만큼 회전을 많이 했다는 의미가 있지만 어깨회전각도가 너무 크면 어드레스 자세가 무너져 임팩트 시에 정확성이 떨어질 수 있어 추후 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

11) 탑 x-factor

탑x-factor는 탑어깨회전각도에서 탑힙회전각도를 뺀 값이다. 탑어깨회전각도는 백스윙 탑에서의 어깨의 회전각도이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 탑어깨회전각도(°)는 <표 25>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 42.10±6.00(°), 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 40.79±8.61(°), 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 45.16±10.03(°), 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 45.33±9.32(°), 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 30.92±11.39(°), 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 34.66±6.07(°), 여자 숙련자의 아이언에서는 38.66±11.10(°)로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 42.14±10.55(°)로 나타났다.

표 50. 성, 기술수준 및 클럽별 탑 x-factor(°)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	42.10±6.00
		드라이버	40.79±8.61
	숙련	아이언	45.16±10.03
		드라이버	45.33±9.32
여	비숙련	아이언	30.92±11.39
		드라이버	34.66±6.07
	숙련	아이언	38.66±11.10
		드라이버	42.14±10.55

표 51. 성, 기술수준 및 클럽별 탑 x-factor 삼원분산분석 결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	4897.272	1	4897.272	54.484*	a>b
기술수준(B)	3598.936	1	3598.936	40.039*	d>c
클럽(C)	634.643	1	634.643	7.061*	f>e
A×B	411.648	1	411.648	4.580*	ad>ac, bd>bc
A×C	177.468	1	177.468	1.974	
B×C	61.023	1	61.023	.679	
A×B×C	70.748	1	70.748	.787	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

<표 26>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 탑 x-factor 삼원분산분석결과 성별, 기술수준과 클럽 모두에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 드라이버가 아이언보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별 비교 결과 남자숙련자, 남자 비숙련자와 여자숙련자, 그리고 여자 비숙련자 간에 유의한 차이가 있었다(p<.05). 탑x-factor가 정(+)의 값을 가지는 것에서 멀리 떨어진 신체 부위일수록 비틀림의 비율이 커지기 때문일 것으로 생각된다. 흔히, 골프에서 ‘골반을 잡아라’, ‘하체가 무너지면 안 된다.’라고 말한다. 이 말은 엉덩이가 지나치게 많이 회전하는 것을 경계하는 말이라 생각된다. 따라서 탑x-factor가 적으면 백스윙 탑에서의 자세가 그만큼 안정됨을 의미하는 것이다.

### 3. 속도 변인

#### 1) 임팩트힙회전속도

임팩트힙회전속도는 임팩트 시 엉덩이의 회전속도(deg/s)이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트힙회전속도는 <표 27>과 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 196.39±89.65(deg/s), 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 214.36±104.32(deg/s), 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 258.21±75.77(deg/s), 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 270.10±94.65(deg/s), 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 264.24±107.36(deg/s),

표 52. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트힙회전속도 삼원분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	56245.172	1	56245.172	7.045	
기술수준(B)	263409.0	1	263409.0	32.995*	d>c
클럽(C)	10116.739	1	10116.739	1.267	
A×B	226624.9	1	226624.9	8.273*	bd,ad>bc>ac
A×C	7111.094	1	7111.094	.891	
B×C	93650.800	1	93650.800	11.731	
A×B×C	29586.794	1	29586.794	3.706	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 220.04±101.27(deg/s), 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 253.67±65.37(deg/s)로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 305.14±94.87(deg/s)로 나타났다.

<표 28>에 나타난 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트힙회전속도 삼원분산분석결과 기술수준에서 주효과가 유의하였는데 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 여자숙련자와 남자숙련자, 여자 비숙련자, 그리고 남자 비숙련자 간에 유의한 차이가 나타났다. 클럽의 스윙은 양어깨에서 손목까지의 길이의 합으로 이루어진 전체 길이를 회전 반경으로 하는 원운동과 손목관절을 회전축으로 그립으로부터 클럽 헤드까지를 회전반경으로 하는 2개의 회전축이 합성된 메카니즘에 의해 일어난다. 따라서 숙련자일수록 공을 멀리 칠 수 있고, 그러기 위해서는 엉덩이 회전 속도가 빨라야 함은 당연한 결과라고 할 수 있다.

표 53. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트힙회전속도(deg/s)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	196.39±89.65
		드라이버	214.36±104.32
	숙련	아이언	258.21±75.77
		드라이버	270.10±94.65
여	비숙련	아이언	264.24±107.36
		드라이버	220.04±101.27
	숙련	아이언	253.67±65.37
		드라이버	305.14±94.87

2) 임팩트어깨회전속도

임팩트 어깨회전속도는 임팩트 시 어깨의 회전속도(deg/s)이다. 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트어깨회전속도는 <표 29>와 같다. 남자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 590.16±172.17(deg/s), 남자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 584.03±212.32(deg/s), 남자 숙련자의 아이언 스윙에서는 670.00±164.85(deg/s), 남자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 565.05±138.20 (deg/s), 그리고 여자 비숙련자의 아이언 스윙에서는 583.35± 140.75 (deg/s), 여자 비숙련자의 드라이버 스윙에서는 542.12±126.09 (deg/s), 여자 숙련자의 아이언 스윙에서는 507.81± 167.78(deg/s)로 나타났고, 여자 숙련자의 드라이버 스윙에서는 506.95±159.98 (deg/s)로 나타났다.

<표 28>에 나타낸 바와 같이 성에 따른 기술수준 및 클럽별 임팩트어깨회전속도 삼원분산분석결과 성별과 클럽에서 주효과가 유의하였는데 남자가 여자보다, 아이언이 드라이버보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 한편, 성별×기술수준에서 상호작용 효과는 유의하였고, 평균치의 개별비교 결과 남자숙련자, 남자 비숙련자 및 여자 비숙련자, 그리고 여자숙련자 간에 유의한 차이가 있었다(p<.05). 아이언이 드라이버보다 임팩트 시 어깨회전속도가 빠른 것은 클럽 길이의 차이에 기인한 것이라 볼 수 있다. 왜냐하면 똑 같은 힘을 전달한다고 할 때 그 힘은 클럽헤드의 무게, 회전반경의 길이, 그리고 회전 속도의 제곱과 관계되므로 길이가 짧은 아이언에서 어깨회전속도가 빠른 것은 당연하다 할 수 있다.

표 54. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트어깨회전속도(deg/s)

성별	기술수준	클럽	평균±표준편차
남	비숙련	아이언	590.16±172.17
		드라이버	584.03±212.32
	숙련	아이언	670.00±164.85
		드라이버	565.05±138.20
여	비숙련	아이언	583.35±140.75
		드라이버	542.12±126.09
	숙련	아이언	507.81±167.78
		드라이버	506.95±159.98

표 55. 성, 기술수준 및 클럽별 임팩트어깨회전속도 삼원분산분석결과

Source	SS	df	MS	F	Scheffe
성별(A)	490033.6	1	490033.6	17.889*	a>b
기술수준(B)	22205.412	1	22205.412	.811	
클럽(C)	262492.6	1	262492.6	7.928*	e>f
A×B	226624.9	1	226624.9	8.273*	ad>ac, bc>bd
A×C	60383.069	1	60383.069	20204	
B×C	8396.385	1	8396.385	.307	
A×B×C	5268.270	1	5268.270	.192	

\*p<.05 a:남, b:여, c:비숙련, d:숙련, e:아이언, f:드라이버

IV. 결 론

본 연구는 FasTrak electromagnetic tracking system 을 이용하여 성에 따른 기술수준 및 클럽별로 골프 스윙의 운동학적 변인을 측정하고 그 결과를 삼원변량분석(three-way ANOVA)으로 평균차이를 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간변인에서 백스윙시간은 여자가 남자보다, 드라이버가 아이언보다, 다운스윙시간은 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다, 백스윙시간/다운스윙시간은 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 손목 풀림(uncocking)시점은 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다 통계적으로 유의하게 길게 나타났다(p<.05).
2. 변위변인에서 백스윙머리리프트는 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다, 임팩트머리리프트는 여자가 남자보다, 비숙련자가 숙련자보다, 그리고 아이언이 드라이버보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났고(p<.05), 탑힙회전각도는 숙련자가 비숙련자보다, 드라이버가 아이언보다, 탑어깨회전각도는 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 드라이버가 아이언보다, x-factor는 남자가 여자보다, 숙련자가 비숙련자보다, 그리고 드라이버가 아이언보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났으며(p<.05), 백스윙힙스웨이(sway)는 남자가

여자보다, 숙련자가 비숙련자보다, 임팩트힙스웨이는 남자가 여자보다, 아이언이 드라이버보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났다( $p < .05$ ).

3. 속도변인에서 임팩트힙회전속도는 숙련자가 비숙련자보다, 임팩트어깨회전속도는 남자가 여자보다, 아이언이 드라이버보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p < .05$ )

## 참 고 문 헌

- 김무영(1995). 골프 스윙 동작의 단순화를 위한 3차원 영상분석. 박사학위논문, 전남대학교대학원.
- 김범중(1998). Variable torque가 어깨 관절에 미치는 영향에 관한 생체역학적 연구. golf swing 동작을 중심으로. 석사학위논문, 서울대학교대학원.
- 김주선(1994). 골프스윙시 운동역학적 요인과 타이밍에 관한 연구. 박사학위논문, 연세대학교대학원.
- 김하영, 박진(1994). 골프 스윙의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 33(3), 391-399.
- 나상준(1994). 최적의 골프스윙을 위한 운동학적 변인 연구. 석사학위논문, 서강대학교대학원.
- 박성순(1990). 골프스윙시 최적 타이밍을 위한 방안 연구. 국민대학교 논문 제10집.
- 박재철(1994). Golf swing 동작의 근전도적 연구. 석사학위 논문, 전남대학교대학원.
- 배성재, 김복영(1995). 한국 프로 골프 선수의 스윙 동작 분석. 한국체육학회지, 34(2), 402-414.
- 송주호(1999). 골프 드라이버 스윙 동작시 운동학적 특성 비교 분석. 석사학위논문, 국민대학교대학원.
- 윤재백(1992). 골프스윙 시 숙련자와 비숙련자 간의 운동학적 변인 비교 연구. 경기대학교
- 이기태(1992). 골프스윙의 인체역학적 지도모형의 구성. 박사학위논문, 연세대학교대학원.
- 이혜숙(1992). 골프스윙의 생체역학적 분석. 박사학위논문, 이화여자대학교대학원.
- 임태상(1996). 골프 드라이버와 아이언 스윙 동작의 운동학적 변인 비교 연구. 석사학위논문, 서울대학교대학원.
- 홍현표((2003,10월 6일). 스포츠 골프. 디지털조선일보
- An, K., Kaufman, K.R. & Chao, E.Y.(1995). Estimation of Muscle and Joint Forces. Three-Dimensional Analysis of Human Movement, pp. 201-204. Human Kinetics. Campaign. IL.
- Andrews, J.G.(1995). Euler's and Lagrange's Equations for Linked Rigid-Body Models of Three-Dimensional Human Motion. Three-Dimensional Analysis of Human Movement, pp. 145-158. Human Kinetics. Campaign. IL.
- Bartlett, R., Muller, E., Lindinger, S., Brunner, F., & Morriss, C.(1996). Three-dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. Journal of Applied Biomechanics, 12, pp. 58-71.
- Budney, D.R. & Bellow, D.G.(1982). On the swing mechanics of a matched set of golf club. Research Quarterly For Exercise and Sport, Vol. 53, No. 3, pp. 185-192.
- Burden, A.M., Grimshaw, P.N., & Wallace, E.S.(1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. Journal of Sports Science, Vol. 16, pp. 165-176.
- Campbell, K.R. & Reid, R.E.(1985). The Application of Optimal Control Theory to Simplified Models of Complex Human Motions: The Golf Swing. Biomechanics. Vol.(5B), pp. 527-532. Human Kinetics Publishers, Inc. Campaign. IL.
- Campbell, K.R.(1983). The Application of Optimal Control Theory to Simplified Models of Complex Human Motions: The Golf Swing. University of Illinois, PhD Dissertation.
- Carlsoo, S.(1967). A Kinetic analysis of the golf swing. Journal of sports medicine, 7, pp. 66-72.
- Cochran, A.J. & Stobbs, J.(1968). The Search for the

- Perfect Swing. Journal of Biomechanics, Lippincott, PH.
- Cochran, A.J.(1990). Science, Equipment Development and Standards. Science and Golf, Proceedings of The First World Scientific Congress on Golf, pp. 177-186.
- Fujimoto, K.(1995). Determining the essential elements of golf swings used by elite golfers. Oregon State University, PhD Dissertation.
- Greaves, J.O.B.(1995). Instrumentation in Video-Based Three-Dimensional Systems. Three-Dimensional Analysis of Human Movement, pp. 41-55. Human Kinetics. Campaign, IL.
- Hosea, T.M., Gatt, C.J., Galli, K.M. & Langrana, N.A.(1995). Science and Golf, Proceedings of The First World Scientific Congress on Golf, pp. 43-48.
- Iwatsubo, T. & Kawamura, S.(1998). Numerical analysis of golf club head at various restitution conditions. Sports Engineering, pp. 507-514, Blackwell Science Ltd.
- Jorgensen, T.P.(1970). On the Dynamics of the Swing of a Golf Club. American Journal of Physics, Vol 38, pp. 644-651.
- Jorgensen, T.P.(1993). The Physics of Golf. AIP Press, NY.
- Kreighbaum, E. & Barthels, K.M.(1990). Biomechanics. A Qualitative Approach for Studying Human Movement, pp. 452-461. Macmillan, NY.
- Ladin, Z.(1995). Three-Dimensional Instrumentation. Three-Dimensional Analysis of Human Movement, pp. 3-12. Human Kinetics. Campaign, IL.
- Lampsa, M.A.(1975). Maximizing Distance of the Golf Drive: An Optimal Control Study. Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transaction of A.S.M.E. 97G : pp. 362-367.
- Masuda, K, Yataka, K., Chudo, Y., Kondo, K. & Iijima, K.(1994). Measurement of Initial Conditions of a Flying Golf Ball. IEEE Conference Proceeding on Instrumentation and Measurement Technology, Vol 1, pp. 344-347.
- Mather, J.S.B. & Jowett, S.(1998). The effect of centrifugal stiffening on the bending stiffness of a golf shaft. Sports Engineering, pp. 515-522, Blackwell Science Ltd.
- McKirdy, A.S.(1995). Professor P.G. Tait and the Physics of Golf. Science and Golf, Proceedings of The First World Scientific Congress on Golf, pp. 213-218.
- Milburn, P.D.(1981). Summation of segmental velocities in the golf swing. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 14, No. 1, pp. 60-64.
- Nesbit, S.M., Hartzell, T.A., Nalevanko, J.C., Starr, R.M., White, M.G., Anderson, J.R. & Gerlacki, J.N.(1996). A discussion of iron golf club head inertia tensors and their effects on the golfer. Journal of Applied Biomechanics, 12, pp. 449-469.
- Nicol, K.(1987). Approach to a General Model for Sport Movement. Biomechanics(X-B), pp. 1151-1155. Human Kinetics Publishers, Inc. Campaign, IL.
- Owens D., Bunker L. & Gansneder B.(1984). Validation of electronic golf swing analyzer in terms of distance and accuracy measures from field test data. Research Quarterly For Exercise and Sport, Vol. 55, No. 3, pp. 305-307.
- Pedotti, A. & Ferrigno, G. (1995). Optoelectronic - Based Systems. Three-Dimensional Analysis of Human Movement, pp. 66-71. Human Kinetics. Campaign, IL.
- Pickering, W. M.(1998). A computational study of the double pendulum model of the golf swing. Sports Engineering, pp. 353-360, Blackwell Science Ltd.
- Plagenhoef, S., Evans, F.G. & Abdelnour, T.(1983). Anatomical data for analyzing human

- motion. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, Vol. 54, pp. 169-178.
- Richard, J., Farrell, M., Kent, J. & Kraft, R.(1985). Weight transfer patterns during the golf swing. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, Vol. 56, No. 4, pp. 361-365.
- Sanders, R.H. & Owens, P.C.(1992). Hub Movement during the swing of elite and novice golfers. *International Journal of Sports Biomechanics*, 8, pp. 320-330.
- Simonian, C.(1981). *Fundamentals of Sports Biomechanics*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. NJ.
- Twigg, M.J. & Buttler, J.H.(1996). Determining the Central Principle Inertia Dyadic of Golf Club Head. *Experimental Techniques*, Vol. 20(5), pp.13-17.
- Vaughan, C.L.(1981). A Three-Dimensional Analysis of the Forces and Torques Applied by a Golfer during the Downswing. *International Series on Biomechanics*, Vol. 3B (VII-B), pp. 325-331. University Park Press, Baltimore.
- Williams, D.(1967). The Dynamics of the Golf Swing. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, Vol. 20(2), pp. 247-264.
- Williams, K.R. & Cavangh, P.R.(1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implications for shoe design. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 15, pp. 247-255.
- Winfield, D.C. & Tan, T.E.(1994). Optimization of Clubhead Loft and Swing Elevation Angles for Maximum Distance of a Golf Drive. *Computers and Structures*, Vol. 53(1), pp. 19-25.

투 고 일 : 07월 30일  
심 사 일 : 08월 15일  
심사완료일 : 09월 01일