

여자 프로골퍼의 드라이버 비거리증가를 위한 의도적인 스윙에 관한 운동역학적 특성

박혜림¹ · 김재정² · 소재무²

¹건국대학교 대학원 체육학과 · ²건국대학교 사범대학 체육교육과

Kinematic Characteristics in Female Pro Golfers' swings Intended to Increase Driving Distance

Hye-Lim Park¹ · Jai-Jeong Kim² · 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 18 November 2013; Received in revised form 30 November 2013; Accepted 28 December 2013

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the difference of kinematic factors acting in the body during a normal swing and a swing taken with an intention to increase driving distance by female pro golfers. Female pro golfers may increase driver clubhead speed and improve driving distance through maintaining a large X-factor angle during backswing and delaying the uncocking period by rapidly shifting the weight to the left foot during downswing.

Keywords : Kinematic, Clubhead Speed, Driving Distance, X-Factor

I. 서 론

스포츠로서 골프는 정해진 18홀을 최소 타수로 마치는 능력을 경기력이라 한다. 프로골퍼는 이러한 경기력을 활용하여 54홀 또는 72홀 골프경기를 통하여 최소타 수의 골퍼가 대회의 우승자가 되어 막대한 상금과 명예를 얻게 된다.

현대과학의 발달로 인해 지난 수십 년간 골프스윙 이론과 클럽 그리고 볼 산업은 비약적인 발전이 있었고, 그에 따라 골프 경기력은 눈부신 발전을 하고 있다. 그러나 프로골퍼의 핸디캡(handicap)은 여전히 줄어들지 않고 오히려 더 높아지고 있는데 그것은 과거에 비해 골프코스의 난

이도가 높아지고 코스의 전장이 길어진 것이 가장 주된 이유일 것이다(Strausbaugh, 1994). 이처럼 골프코스 난이도를 높이기 위해서는 나무의 위치, 벙커의 배치, 페어웨이의 넓이, 그린의 크기, 러프의 길이 등을 조정하는 것인데 무엇보다도 코스 난이도 사정의 기본이 되는 것은 우선 코스거리(yardage)이다(So, 2002). 따라서 골프 경기력을 결정하는 기술요인으로는 드라이버비거리, 드라이버정확도, 그린적중률, 평균 퍼팅 수, 스크램 블링, 샌드 세이브율 등이 있다(Kim, 2013). 특히 14개 클럽 중에서 가장 멀리 보내는 드라이버의 비거리 증가는 세컨 샷(second shot)의 클럽을 선택하는 매우 중요한 경기력 요인이기 때문에 골프 경기력 향상측면에서 그 의미가 매우 크다 할 수 있다.

실제 골프 경기에 있어서 비거리를 늘리는 방법은 신체 조건의 차이이기 보다는 힘을 생성하는 기술과 그 생성된 힘을 정확하고 효율적으로 사용하는 기술의 차이, 즉 힘을 생성 이용하는 과학적 원리를 활용하는 기술의 차이에 기인한다(Rha, 2013).

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

골프스윙에서 힘을 생성하는 근원적인 방식은 바디 턴(body turn)이다. 백스윙 때 몸에 꼬임이 생기게 함으로써 힘을 축적하고 다운스윙 때 꼬임을 푸는 코일링(coiling)에서부터 시작된다(Park, 2004).

프로골퍼들이 파워 생성의 효율성을 개선하기 위해 자신의 스윙을 개선하는 경우가 점차 흔해지고 있는데, 그중에서 세계적으로 관찰되는 오류의 대부분은 에너지를 생성하기 위한 효율성이 낮고, 그러한 스윙의 퍼포먼스가 정확성, 일관성에 문제가 발생하기 때문이다.

파워 생성을 최대화하기 위해서는 지면이 에너지 전달의 사슬에서 첫 연결고리가 되어야 한다. 뉴턴의 제3운동법칙은 한 물체가 두 물체의 힘을 가하면 크기가 동일하고 방향이 반대인 힘이 두 번째 물체에서 다시 첫 물체로 가해진다고 한다. 그러므로 다리를 이용해 지면으로 힘차게 드라이버하면 지면이 동일한 크기의 힘으로 다시 골퍼의 몸을 밀어 올리게 된다. 이러한 지면반력은 다시 위로 다리를 통해 골반, 양팔을 거쳐 최종적으로 골프 클럽과 볼에 전달된다(Craig & Vince, 2010).

또한 외력을 활용한 비거리의 증대 방법으로는 지면을 지지하는 하체의 고정과 회전축의 고정(Horton, Lindsay & MacIntosh, 2001), 그리고 의도적인 지연히팅(So, Lim, Kim & cho, 2005)으로 임팩트 시 클럽헤드에 가속을 붙여 공을 멀리 때려 보내는 방법은 이미 물리적으로 증명된 것이다. 그렇다면 프로골퍼가 비거리 증가를 위한 외력을 활용하는 것과 활용한다면 어떻게 어느 정도 크기의 지면반력을 활용하여 스윙을 원활하게 하고, 결과에는 어떤 영향을 미치는지 규명할 필요를 갖는다.

선행 연구 조사결과를 보면 프로 선수들의 비거리는 토너먼트 경기에서 많은 영향을 미치기 때문에 실제로 비거리를 늘리기 위해 많은 연습을 하며 경기력 수행을 향상시키고 있다. 국내의 선행연구로는 대부분 체중을 신는 방법과 지면반력에 대한 연구를 하였다(Lee, 1999; Kim, 1997; Yi & So, 2004). 국외 선행연구로는 신체 퍼포먼스의 관계와 스윙메커니즘에 따른 비거리를 찾으려는 시도가 있었다(Hay, 1993; Nagano & Sawada, 1974; Smith, 1998; Williams, 1967).

또한 골프 스윙 시 비거리 결정인자에 대한 분석(Broer, 1973; Campbell, 1985)이 있었고, 의도적인 지연히팅 시 비거리 결정인자(So, Lim, Kim & cho, 2005)에 대한 연구가 있었으나 의도적으로 비거리를 증가하고자 할 때 운동역학적 특성을 규명한 연구는 찾아보기 어려웠다.

따라서 본 연구는 여자 프로골퍼들의 일반적인 스윙을 할 때와 의도적으로 비거리를 늘리기 위한 스윙을 할 때 신체에서 작용하는 운동역학적 변인의 차이를 연구하여 골프 경기력을 향상하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상은 숙련된 선수들로 KLPGA 소속프로 3명을 대상으로 하였다. 그 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

Hight (cm)	Weight (kg)	Career (years)	Handicap
169.67±8.74	72.86±9.49	13.33±3.51	3.33±1.53

2. 실험 장비

본 실험에 사용된 촬영 장비와 분석 장비는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experimental equipments

	Experiment equipments	Manufacture
Instrument	Oqus 500 camera Force Plate Type 9286A	Qualisys Ins. Kistler Ins.
Analysis instrument	Qualisys Track Manager Matlab R2009a	Qualisys Ins. Matwork Ins.

3. 실험 절차

실험은 K대학교 운동역학 실험실 내에서 이루어 졌고, 실험 실시 전 피험자에게 본 연구의 목적을 충분히 숙지시킨 후 본 실험을 실시하였으며, 충분한 워밍업 시간과 연습스윙을 실시한 후 실험에 참여 하였다. 실험 순서는 무작위로 실시했으며, 모든 피험자는 개인의 골프화를 신고, 준비된 드라이버 클럽 중에서 스펙이 맞는 것을 선택 하도록 하였다. 바닥높이에 맞춰 설치된 2대의 지면반력관(Kistler Type 9286A) 위에서 각각 안정적인 스윙을 3회 실시하고, 의도적인 드라이버 스윙을 3회 실시하였으며, 골프 스윙 시 피험자 주변에 설치된 7대의 적외선 카메라(Oqus 500, Qualisys, Switzerland)를 통해 촬영 하였다. 본 연구를 수행하기 위해 14개의 분절로 구성된 인체모형을 이용하였으며 스윙동작 시 각 분절의 움직임을 확인하기 위해 인체에 79개의 반사마커와 클럽헤드 부분에 3개, 샤프트에 2개를 포함하여 총 84개의 마커를 부착 하였다. 지면 반력의 샘플링 율은(sampling rate)은 초당 1000 Hz로, 카메라의 샘플링 율(sampling rate)은 500 Hz로 설정해 대상자별로 자료를 얻었다(Figure2).

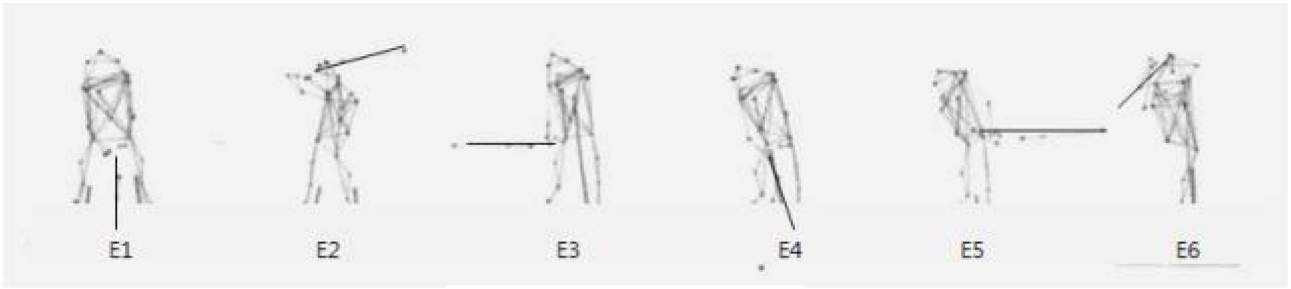


Figure 1. Event definition



Figure 2. Experimental setting

4. 자료 처리

자료는 각 피험자의 안정적인 스윙 3번과 의도적인 스윙 3번, 총 6번의 스윙을 분석하였다. 이렇게 수집된 실험은 지면반력 데이터와 영상자료 좌표는 선전된 변인 계산 전에 필터링을 통해 노이즈를 제거 하였다. 이때 Butterworth 4차 low-pass 필터를 이용해 필터링 하였고, 차단 주파수는 6 Hz로 설정하였다.

또한, 자료 분석을 위해 6개의 event를 아래와 같이 정의 하였다(Figure 1).

- 1) 어드레스 (address): 백스윙 시작지점.
- 2) 백스윙 탑 (back swing top): 다운스윙 시작 진전.
- 3) 미드 다운스윙 (middle of downswing): 다운스윙 시 클럽 샤프트가 지면과 수평인 지점.
- 4) 임팩트 (impact): 공이 클럽 헤드를 떠나기 진전.
- 5) 팔로우 스루 (follow through): Impact 후 클럽 샤프트가 지면과 수평인 지점.
- 6) 피니쉬 (finish): 스윙 동작이 끝난 이후 클럽헤드가 지면과 평행을 이루는 시점.

5. 통계 처리

영상장비와 지면반력을 통해 얻어진 데이터를 통해 의도적인스윙과 안정적인 스윙에 대해 검증을 분석하기 위

해 SPSS 20.0 (IBM, USA)을 이용하여 대응 t-test 를 사용하였고, 유의수준은 $p<.05$ 로 하였다.

6. 각도 정의

- 1) 왼 손목 각도 (left angle): 왼쪽 전완과 클럽 샤프트를 이루는 각도.
- 2) 어깨와 골반의 사이 각도 (x-factor): 스윙 시 어깨와 골반의 수평 회전 형태를 이룰 때 사이 각.

III. 결 과

1. 왼 손목 코킹 요인

1) 코킹 각도

백스윙 탑 시점(E2)에서 의도적인 스윙은 평균 93.10°, 안정적인 스윙은 94.74°로 의도적인 스윙에서 코킹 각이 더 작은 것으로 나타났고, 미드다운 시점(E3)에서 의도적인 스윙은 평균 136.01°, 안정적인 스윙은 135.76°로 나타났다. 임팩트 시점(E4)에서 의도적인 스윙은 평균 169.29°, 안정적인 스윙은 167.06°로 나타났고, 팔로우 스루 시점(E5)에서 의도적인 스윙은 평균 132.81°, 안정적인 스윙은 132.55°로 나타났다.

Table 3. Left hand angle (unit: deg/sec)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing	
	M	SD	M	SD
E1	146.64	4.23	146.22	3.19
E2	93.10	3.40	94.74	1.53
E3	136.04	14.17	135.76	10.92
E4	169.29	3.18	167.06	2.26
E5	132.81	9.47	132.55	7.54
E6	92.08	7.81	96.23	2.36

* $P<.05$

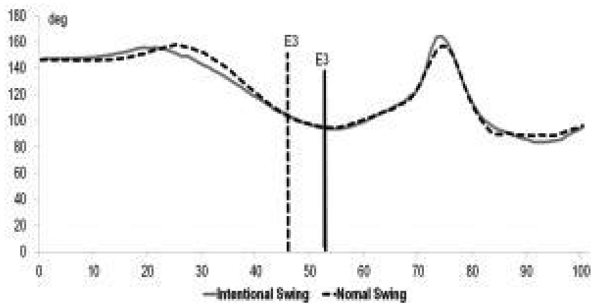


Figure 3. Left hand angle

2) 코킹 각속도

본 연구 에서 <Table 4> 같이 다운스윙 시점(E3)에서 의도적인 스윙은 798.26° , 안정적인 스윙은 557.61° 로 나타났으며, 임팩트 시점(E4) 에서 의도 적인 스윙은 119.80°, 안정적인 스윙은 -48.71° 로 나타났다. 최대 각속도를 보인 시점은 미드다운(E3) 시점으로 언 코킹이 완전히 이루어진 시점에서 최대의 값을 보였다. 또한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($P>.05$).

Table 4. Left hand angular Velocity (unit: deg/sec)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing	
	M	SD	M	SD
E1	10.24	7.52	-0.14	19.04
E2	27.89	56.10	22.40	22.41
E3	798.26	317.08	557.61	185.24
E4	119.80	716.80	-48.71	562.55
E5	-655.55	437.63	-577.66	221.94
E6	150.93	11.92	103.79	53.64

* $P<.05$

2. 속도 변인

본 연구에서 <Table 5>와 같이 클럽헤드의 속도는 미드 다운스윙(E3)에서 의도적인 스윙은 평균 32.36 m/s, 안정적인 스윙은 28.70 m/s 으로 나타났고, 임팩트(E4)에서 의도적인 스윙은 32.36 m/s, 안정적인 스윙은 32.92 m/s로 나타났고, 팔로우 스로우(E5)시 의도적인 스윙은 37.26 m/s, 안정적인 스윙은 24.22 m/s로 나타났다. 또한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($P>.05$).

<Table 6>와 같이 클럽헤드의 속도는 미드다운스윙(E3)에서 의도적인 스윙은 평균 202.436 m/s, 안정적인 스윙은 147.84 m/s 으로 나타났고, 임팩트(E4)에서 의도적인 스윙은 -237.61 m/s, 안정적인 스윙은 -538.01 m/s로 나타났고,

Table 5. Club head Speed (unit: m/s)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing	
	M	SD	M	SD
E1	1.40	1.45	0.20	0.27
E2	0.79	0.46	0.57	0.48
E3	32.36	2.87	28.70	1.47
E4	37.26	4.14	32.92	2.86
E5	28.24	1.85	24.22	1.67
E6	6.92	1.81	4.72	1.95

* $P<.05$

Table 6. Club head Acceleration (unit: m/s)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing	
	M	SD	M	SD
E1	49.35	45.27	2.38	4.61
E2	16.90	41.83	13.50	22.99
E3	202.43	63.94	147.84	2.93
E4	-237.61	218.02	-538.01	259.79
E5	-121.06	35.74	-74.12	16.93
E6	-27.63	15.81	-32.05	3.55

팔로우 스로우(E5)시 의도적인 스윙은 -121.06 m/s, 안정적인 스윙은 -74.12 m/s로 나타났다. 의도적인 스윙에서 어드레스가 통계적으로 유의 유의한 차이가 나타나지 않았다 ($P>.05$).

3. 어깨와 골반의 각도 요인

1) X-factor 각도

<Table 7> 에서 나타난 바와 같이 X-factor의 각은 백 스윙 탑 시점(E2)에서 의도적인 스윙은 평균 50.33°, 안정적인 스윙은 47.66°로 가장 컸다. 미드다운 시점(E3)에서 의도적인 스윙은 평균 41.05°, 안정적인 스윙은 38.65° 로 나타났고, 임팩트 시점 (E4)에서 의도적인 스윙은 평균 35.45°, 안정적인 스윙은 32.64°로 나타났고, 팔로우 스루 시점(E5)에서 의도적인 스윙은 평균 30.09° 안정적인 스윙은 29.15°로 나타났고, 피니쉬 시점(E6)에서 의도적인 스윙은 평균 50.43°, 안정적인 스윙은 47.96°로 나타났다. 또한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙을 비교한 결과 E4에서 유의한 차가 나타났다($P>.05$).

2) X-Factor 각속도

<Table 8> 에서 나타난 바와 같이 X-factor의 각은 백 스윙 탑 시점(E2)에서 의도적인 스윙은 평균 30.90°, 안정적인 스윙은 15.56° 로 나타났다. 미드다운 시점(E3)에서

Table 7. X-factor angle (unit: deg)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing		t
	M	SD	M	SD	
E1	14.02	5.21	11.86	3.28	1.83
E2	50.33	5.00	47.66	2.68	1.43
E3	41.05	8.24	38.65	7.04	1.70
E4	35.45	6.15	32.64	3.95	2.19*
E5	30.09	0.52	29.15	2.98	0.59
E6	50.43	4.70	47.96	1.33	1.23

* $P < .05$

Table 8. X-Factor angular velocity (unit: deg/sec)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing		t
	M	SD	M	SD	
E1	-11.98	16.64	17.21	20.88	-1.36
E2	30.90	9.13	15.56	5.43	1.83
E3	-104.88	50.90	-133.03	36.33	3.26*
E4	-106.31	83.40	-109.99	64.79	.14
E5	53.27	78.50	105.86	86.57	-.81
E6	32.33	32.65	9.17	8.65	1.18

* $P < .05$

의도적인 스윙은 평균 -104.88° , 안정적인 스윙은 -133.03° 로 나타났고, 임팩트 시점(E4)에서 의도적인 스윙은 평균 -106.31° , 안정적인 스윙은 -109.99° 로 나타났고, 팔로우 스루 시점(E5)에서 의도적인 스윙은 평균 53.27° , 안정적인 스윙은 105.86° 로 나타났고, 피니쉬 시점(E6)에서 의도적인 스윙은 평균 32.33° , 안정적인 스윙은 9.17° 로 나타났다. 의도적인 스윙과 안정적인 스윙을 비교한 결과 E3에서 유의한 차가 나타났다($P > .05$).

2. 수직 지면반력

골프 스윙 시 양발에 대한 수직 지면 반력의 비율은 비거리를 늘리기 위한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙을 비교할 수 있는 효율적인 정보를 얻을 수 있다.

드라이버 스윙 시 수직방향의 각 이벤트 시점의 지면 반력 값은 지면 반력 값의 체중에 대한 비율을 나타낸다($\% = N/BW * 100$).

<Table 9> 에서 나타난 바와 같이 의도적인 스윙 시 어드레스 시점(E1)에서 오른쪽 다리에 평균 69.20 BW% 싣고 있으며, 백스윙 탑(E2)에서 평균적으로 76.70 BW% 싣어 주었다가 미드다운 시점(E3)에서 오른쪽 다리 32.90 BW%, 왼쪽 다리에 91.61 BW%를 싣어 준다. 이는 백스

Table 9. Ground reaction force (unit: BW%)

EVENT	Intentional Swing		Nomal Swing	
	Left	Right	Left	Right
E1	28.98	69.20	46.79	50.46
E2	23.9	76.70	26.62	71.46
E3	91.61	32.90	87.46	38.04
E4	49.57	45.45	86.73	17.81
E5	44.03	58.74	82.77	18.15
E6	76.90	21.85	67.01	34.97

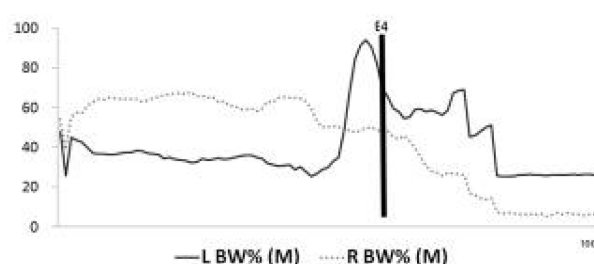
* $P < .05$ 

Figure 4. Intentional Swing (G.R.F)

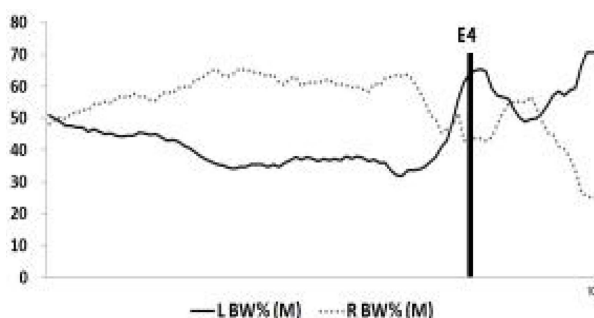


Figure 5. Nomale Swing (G.R.F)

윙 탑(E2)에서 미드다운 스윙(E3)으로 이동할 때 오른쪽 다리에서 왼쪽 다리로 BW% 을 급격히 옮겨주는 것으로 나타났다. 안정적인 스윙에서는 어드레스 시점(E1)에서 체중 분배의 변화가 거의 없으며, 미드다운 시점(E3)에서 오른쪽 다리에 38.04 BW%, 왼쪽 다리에 87.46 BW% 를 싣어 주는 것으로 나타났다. 또한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($P > .05$).

IV. 논 의

본 연구의 목적은 비거리를 늘리기 위한 의도적인 스윙과 안정적인 스윙을 구사할 때 시간에 따른 지면반력 값과 손목 코킹의 상관관계와 X-factor 값의 운동역학적 변

인을 알아보고자 하였다.

Neal와 Wilson (1985)은 임팩트의 효율을 높이기 위한 기술로 관절 각 부분의 시간차 운동을 일으켜 클럽헤드의 속도를 높이는 지연히팅이 중요하다고 하였다. 지연히팅의 연구에서 Jeon (1988)은 숙련자들은 클럽헤드의 스윙 속도를 높이기 위해 다운스윙 시 왼손이 허벅지에 올 때 까지 코킹을 유지한다고 하였고, Kim (2012)은 백스윙 탑에서 임팩트 구간의 75%지점이 드라이버의 언코킹 각이 되는 것으로 나타났다. 본 연구에서 언코킹 시점은 의도적인 샷에서는 58%지점에서 시작되는 반면 안정적인 스윙에서는 50%지점에서 시작된다. 따라서 손목의 각이 최대한 오랫동안 유지 되어 지연된 각도가 풀어지면서 지연히팅 시간을 늘려주는 것이 의도적으로 비거리를 늘릴 수 있을 것이라 사료된다. 또한 팔로우 스루 시점 E(5)에서 안정적인 스윙 보다 의도적인 스윙에서 음(-)값이 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차가 없었다. 이는 숙련자들의 스윙 시 코킹 각이 풀리면서 임팩트 이후 공의 방향을 잡아주기 위해 음(-)의 값을 나타낸 것으로 사료된다.

임팩트 시 클럽헤드의 최대 운동량을 전달하기 위해서는 적절한 타이밍(Palgenhoef, Evans & Abdelnour, 1983)과 임팩트 되는 순간 클럽 헤드의 속도이다(Hay, 1985). 골프 드라이버 스윙 시 클럽헤드의 속도에 대해 연구한 Kim (2010)은 타구감이 좋을 때와 나쁠 때 모두 약 5프레임 (0.02초) 전에 최대로 나타난다고 하였으며, Barrentin, Fleisig와 Johson (1994)이 보고한 PGA 골퍼, 로우 핸디캡 골퍼의 각각 임팩트 전 0.012 초, 0.016 초 전에 최대 헤드스피드가 나타난다고 보고하였다. 본 연구에서 클럽헤드의 최고 속도가 백스윙 탑(E2)에서 임팩트(E4) 구간에서 나타났으며, 의도적인 스윙의 경우는 임팩트(E4)직전 약 4 프레임 (0.012)에서 최대로 나타났고, 안정적인 스윙의 경우 약 5프레임 (0.015)으로 유사하게 나타났다. 이는 의도적인 스윙이나 안정적인 스윙 모두 체중이동과 레이트 히팅의 효과로 임팩트 시 볼에 최대한 힘을 전달시켜 주기 위한 의도라고 사료된다.

어깨와 골반의 사이각인 X-factor의 경우는 본 연구에서는 비거리를 내기위한 의도적인 스윙의 백스윙 탑(E2)에서는 평균 50.33°을 나타냈으며, 안정적인 스윙에서는 47.66°을 나타냈다. 이는 선행연구에서 53.5°로 나타난 김준연 (2012)의 연구결과와 59.1°로 나타난 Myer 등 (2008)의 연구결과 보다 모두 작게 나타났으며, 43.31°로 나타난 Kim (2005)의 연구결과와 45.52°로 나타난 Kim (2004)의 연구결과 보다는 크게 나타났다. 또한 <Table 7>에서 임팩트(E4)와, <Table 8>에서 미드 다운(E3)에서 유의한 차이가 나타났는데, 이는 Cole과 Grimshaw (2009)의 핸디캡 0-10의 골퍼 7명과 핸디캡 11-20의 골퍼 8명을 대상으로 조사한 결과, 백스윙 탑에서 핸디캡 0-10의 골퍼들이 더

큰 X-factor 값을 나타냈고, 핸디캡 11-20의 골퍼들이 낮은 X-factor 값을 나타냈다고 보고한 것과 유사하다. Mclean (2008)은 투어프로 75명과 아마추어(핸디캡: 17.2) 150명을 대상으로 X-factor 값을 조사하였는데, 다운스윙 시작 지점에서 투어프로는 17.4°가 높게 나타났고, 아마추어들은 5.9°가 높게 나타났으며 아마추어가 5°의 각도를 늘리면 20야드 더 보낼 수 있다고 하였다. 따라서 의도적으로 비거리를 내고자 하는 것은 하체의 고정과 상체의 꼬임으로 X-factor값이 클수록 비거리 증대에 큰 효과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

드라이버 스윙에서 양발의 지면반력 값은 의도적인 스윙 시 오른발 69.20 BW%를 싣고 있으며, 백스윙 탑(E2)까지 오른쪽으로 76.70 BW%를 이동 시켰다가 다운스윙 시(E3) 급격히 왼쪽 다리에 91.61 BW%를 옮겨주는 것을 알 수 있다. 선행연구 Richard, Farrell, kent과 Kraft (1985)에서는 백스윙 시 수직지면 반력의 73%에서 79%가 오른발로 이동한다고 하였는데, 본 연구와는 7%정도의 차이를 나타냈다. 다운스윙 시(E3) 의도적인 스윙의 BW%가 가장 큰 것으로 나타난 것은 양 발이 지면에서 버티고 있다가 임팩트 시 진행 방향으로 급격히 이동을 하기 때문이라고 생각된다.

손목코킹의 각도와 헤드스피드 값에서 임팩트(E4)직전에 최대의 값을 나타내고, X-factor 각속도 미드다운(E3)에서 유의한 차이가 나타난 것과 일치한다. 따라서 의도적인 비거리를 늘리기 위해서는 백스윙에서 임팩트까지의 소요시간을 줄이고 지면반력 값을 늘려야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 여자 프로골퍼들을 대상으로 안정적인 스윙을 할 때와 의도적으로 비거리를 늘리기 위한 스윙을 할 때 신체에서 작용하는 운동역학적 변인의 차이를 규명하는 것이다. 연구결과 언코킹 시점은 의도적인 샷의 경우 58%지점에서 시작되는 반면 안정적인 스윙에서는 50%지점에서 시작되었다. 클럽헤드의 최고 속도는 백스윙 탑(E2)에서 임팩트(E4) 구간에서 나타났으며, 의도적인 스윙의 경우는 36.47 m/s, 임팩트(E4)직전 약 4프레임 (0.012)에서 최대로 나타났고, 안정적인 스윙의 경우 32.35 m/s, 약 5프레임 (0.015)에서 최대로 나타났다. X-factor의 경우 비거리를 내기위한 의도적인 스윙의 백스윙 탑(E2)에서는 평균 50.33°을 나타냈으며, 안정적인 스윙에서는 47.66°을 나타냈다. 지면반력 값은 의도적인 스윙 시 오른발에 69.20 BW%를 싣고 있으며, 백스윙 탑 (E2)까지 오른쪽으로 76.70 BW%를 이동 시켰다가 다운스윙 시(E3) 급격히 왼쪽 다리에 91.61 BW%를 옮겨졌다. 이러한 결과를 종합해 보면, 여자 프로골퍼들은 백스윙 시 X-factor의 각도 차이

를 크게 하고 다운스윙 시 왼쪽발로 체중이동을 빠르게 하여 언 코킹 시점을 늦게 하면 드라이버의 헤드스피드를 높여 비거리를 의도적으로 늘릴 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Broer, M. R. (1973). *The Efficiency of Human Movement*, 3rd ed., Philadelphia, W. B. Saunders Co., 224-248
- Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., & Johnson, H. (1994). *Ground Reaction Forces and Torques of Professional and Amateur golfers. Science and Golf* ±. Proceeding of the 1994 World Scientific Congress of Golf. Edited by Cochran, A. J. & Farally, M. R. Taylor & Francis. 33-39.
- Cole, P. H., & Grimshaw, P. N. (2009). The X-Factor and Its Relationship to Golfing Performance. *Journal of Quantitative Analysis in sport*, 5,1-9.
- Cambell, K. R. & Reid, R. Z. (1985) The Application of Optimal Control Theory to Simplified Models of Complex Human Motions; *the Golf Swing*, 527-532
- Craig, D. & Vince, D (2010). *Golf Anatomy*.
- Hay, G. James. (1993). *The biomechanics of sports techniques*. Simon & Schuster Paperbacks.
- Hay, J. G. (1985) *The Biomachanics of Sport Techniques*. Prentice-Hall Inc., England Cliffs, New Jersey.
- Horton, J. F. Lindsay, D. M. & MacIntosh, B. R. (2001). Abdominal muscle activation of elite male golfers with chronic low back pain. *Medicine & Science sport & Exercise*, 33(10), 1647-1654.
- Jeon, H. S. (1988). *kinematic analysis of the golf swing*. Unpublished Master degree Ewha Womansl University.
- Kim, Y. S. (2010). *Analysis of Pelvis movement, Triple X-Factor, and O-Factor During a Golf Driver Swing*. Unpublished doctoral dissertation, KonKuK National University.
- Kim, C. U. (2004). *coordinated analysis of the body during a swing of golf according to techniques levels*. Unpublished doctoral dissertation, Kyungnung National University.
- Kim, S. I. (2013). Analysis of Factor of Golf Performance in PGA TOUR(1980~2012). *Korean society of Golf Studies*, 7(1), 115-127.
- Kim, S. T. (1997). *Golf Hand Book*, Seoul; Boseong.
- Kim, H. C. (2005). *Par Save Shot Game*. Seoul : Nexusbook.
- Kim, J. Y. (2012) *The Comparative Analysis of Late Hitting and X-factor According to Clubs in Golf Swing*. Unpublished Master degree Busan University of Foreign Studies.
- Lee, J. H. (1999). A Study on Balance in Golf Swing , *Hsnkook Research*. 15(1), 745-753.
- Mclean, J. (2008, January). Triple-X Factor. Three moves today's tour players use to drive the ball super-long, and how to make them work for you. Retrieved July 25, 2009, from http://www.golfdigest.com/instruction/swing/2008/01/mclean_xfactor.
- Myers, J., Lephart, S., TSAI, Y. S., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of sports Sciences*, 26(2), 181-188.
- Neal, R. J. & Wilson, B. D. (1985), "3D kinematics and kinetics of the golf swing". *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, pp. 221-232.
- Nagano, N., & Sawada, Y. (1974). A Kinematic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with racial difference. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 14, 55-63.
- Park, Y. J. (2004). *Swing and Golf Club for the Best score*. Academy Book.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. C., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical Data - 161 -for Analyzing Human Motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2), 169-178.
- Rha, I. J. (2013). Beta Swing: A New Paradigm Golf Swing. *The Society of Golf Studies*. 7(1), 96-104
- Richard, J., Farrell, M., kent, J. & Kraft, R. (1985). Weight Transfer pattern during the Golf Swing, *Research Q. Exercise and Sports*, 56(4), 361-365.
- Smith, R. (1998). *How to find your perfect golf swing*. New York, NY; Broadway Books
- So, J. M. (2002). *Mutable on golf swing mechanics in solution*. Hongkyung Books.
- So, J. M., Lim, Y. T., Kim, Y. S., & Cho, B. W. (2005). An Analysis of decision Factor on Drive Distance for University Golf Player's Object Excution Using Late Hitting Method. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 15(3) 71-78
- Strausbaugh, B (1994). How to clear your head. *Golf Digest*, 45(3), 114-118.
- Williams, D. (1967).The Dynamics of the Golf Swing. *Quarterly. Journal of Mechanics and Applied Mathematics*. 20, 247-264.
- Yi, K. O., & So, J. M. (2004). Analysis of Inter-Foot Relations With Ground Reaction Forces During the Golf Swing. *Journal of Korean Physical Education Association For Girls and Women*, 18(1), 85-97.