



고교 여자 골프선수의 드라이버 스윙에 대한 운동역학적 분석

The Biomechanical Analysis of the Driver Swing of High School Female Golfers

이경일* · 이희경 · 배종원(조선대학교) · 정진영(조선이공대학)

Lee, Kyung-II* · Lee, Hee-Kyung · Bae, Jong-Won(Chosun University) ·

Chung, Jin-Young(Chosun Science & Technology College)

국문요약

본 연구는 고등학교 여자선수들을 대상으로 3차원 영상분석을 이용하여 스윙시 나타나는 각 신체분절 및 클럽의 움직임은 운동학적 및 운동역학적 변인들을 산출하여 성공과 실패시에 대한 중요변인들을 비교 분석함으로써 정량적 자료의 추출과 더불어 정성적 평가를 하는데 목적이 있다. 운동학적 변인으로써 위치변화, 속도, 각도에 대한 3차원 분석과 지면반력에 대한 분석을 하였다. 그 결과 스윙시 클럽헤드는 어드레스와 톱스윙시 전후 이동(X축)이 매우 적게 나타남으로써 안정적 스윙이 유지 되는 것으로 나타났다. 또한 좌우방향(Y)의 신체중심이동속도는 성공적인 스윙 동작 시 실패동작시보다 임팩트시 매우 빠른 속도를 나타냄으로써 운동량 증가에 많은 기여를 하였으며 코킹각은 톱스윙에서부터 임팩트까지의 성공시가 코킹각을 더 크게 풀어 줌으로써 임팩트시 선속도 증가에 영향을 주어 비거리 증가에 유리하게 작용할 것으로 판단된다. 지면반력(GRF)은 전후방(X축)과 좌우방향(Y축)에서 안정적인 지지율로 나타남으로써 성공적 스윙으로 연결된 것으로 나타났다.

ABSTRACT

K. I. LEE, H. K. LEE, J. W. BAE, and J. Y. CHUNG, The Biomechanical Analysis of the Driver Swing of High School Female Golfers. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 2, pp. 273-286, 2009. The objective of this research is to evaluate both quantitative analysis and qualitative analysis by comparing vital variable factors of the golf swing successes and the failures. At the moment of swing, each body segment and the movement of the club as well as kinematical parameters were produced by utilizing the 3-D swing analysis for the high school female golfers. As kinematical parameters, it analyzes the 3-D analysis and ground reaction force about the location change, velocity and angle. The 3-D swing analysis and ground reaction force location change, velocity and angle are analyzed for Kinematical parameters. As a result, the stable swing is maintained by club head showing very few front-back movement (X) when the address and the top swing. Also, the center of mass velocity contributes to the momentum increase by showing very rapid velocity when successful comparing with when failed at the time of top swing of left-right(Y) and it is thought that by lessening the cocking angle when successful from the top swing to the impact, it influences the linear velocity increase and has a good effect on a non-distance increase. It shows that Ground reaction force (GRF) is examined by showing the stable approval rating in a front-back(X) direction and left-right(Y) and connected to a successful swing.

KEYWORDS : WOMEN HIGH SCHOOL GOLFER, KINEMATIC, KINETIC, REACTION FORCE, GOLF SWING, DRIVER CLUB, COCKING

이 논문은 2007학년도 조선대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

*Corresponding Author : 이경일

광주광역시 동구 서석동 375번지 조선대학교 체육대학 체육학부

Tel : 062-230-7429 / Fax : 062-232-7269

E-mail : lki7429@chosun.ac.kr

I. 서론

골프경기는 매홀 마다 기준타수를 정해놓고 경쟁하는 스포츠로 골프경기의 특성은 퍼팅을 포함하여 스윙 회수가 적은 것으로 우열을 가리는 경기로 경기 상황과 용도에 맞는 클럽을 사용하여, 볼을 홀 컵에 넣는 운동이라는 점에서 골프에서 스윙동작은 매우 중요한 기술이라고 할 수 있으며 이러한 골프는 외국의 경우 많은 연구자에 의한 골프 스윙의 역학적 연구와 특히 골프 장비 제조업체의 신소재 개발로 인하여 클럽의 발달과 함께 골프 스윙도 변화하였다.

골프는 볼을 치는 동작인 스트로크(stroke)는 일반적으로 세 가지 과정이 연속적으로 일어나는데 클럽의 스윙, 클럽헤드와 공과의 충돌, 그리고 목표물을 향한 볼의 비행 등으로 나눌 수 있다(Jorgensen, 1970). 그리고 골프의 샷은 크게 드라이버 샷(driver shot), 페어웨이 우드 샷(fairway wood shot), 아이언 샷(iron shot), 어프로치 샷(approach shot), bunker 샷(bunker shot), 퍼팅(putting)으로 구성된다. 그 중에서 드라이버 샷은 최대 거리와 올바른 방향성이, 그리고 아이언 샷은 일정한 거리와 정확한 방향성이 요구되는 샷으로 좋은 스윙이 되기 위해서는 거리(distance), 정확성(accuracy), 일관성(consistency)이 있어야하며, 이 세요인은 상호 밀접한 보완 관계를 지니고 있다(Koichiro, 1994). 현재까지 발표된 골프 스윙의 운동학적 및 운동역학적인 선행연구의 변인들을 살펴보면 Carlsoo(1967)를 비롯하여 Lampsa(1975), Milburn(1982)은 스윙동작을 2차원 평면 상에서 분석을 하였으며 3차원적인 분석은 Vaughan(1981), Neal & Wilson(1985), Sanders & Owens(1992)등에 의해 시도되었으며 국내 연구로는 조수현(1990)이 프로선수들 대상으로 하여 다운스윙시 클럽헤드의 속도를 3차원으로 분석한 것이 처음이었다.

윤재백(1992), 소재무(1997), 송주호(1999), 김선정, 신용석, 최지영(2002), 염경훈(2002)는 국면별 스윙소요시간, 각 분절, 관절, 클럽의 이동거리와 변위, 각도, 속도, 각속도 등의 변인들을 분석하였다. 또한 Carney(1986), Milne & Davis(1992), 김우태(2001), 이기룡(2003)은 스윙동작 시 체중지지 패턴, 지면반력에 대한 힘의 분석, 압력중심의 이동패턴, 팔의 각 운동량, 토크와 모멘트,

운동에너지 등의 변인들을 연구하였으며, 하현보(2005)는 골프 스윙형태에 따른 운동학적 연구를 하였으며 이경일, 김상훈, 류희봉(2000)은 골프 드라이버샷의 헤드 속도와 근력 및 유연성의 관계에 대해 분석하였고 성낙준(2004)은 골프 클럽의 스윙케도와 스윙면에 대한 고찰을 연구하였다. 골프스윙은 짧은 순간에 이루어짐으로 눈으로 관찰하기가 어렵고 각자의 경험과 느낌이 다르기 때문에 스윙동작시 과학적인 중요한 변인들의 기준척도가 필요하다. 하지만 지금까지 연구되어온 골프 스윙 동작은 대부분이 프로 남자선수들을 대상으로 연구하였으며, 따라서 아마추어 여자선수들을 대상으로 분석한 논문들은 미비한 실정이다. 본 연구는 고등학교 여자선수들을 대상으로 3년에 걸친 종단적 연구를 수행하는 첫 번째 연구로써 3차원 영상분석과 지면반력을 이용하여 스윙시 나타나는 각 신체분절 및 클럽의 움직임에 대한 운동학적 및 운동역학적 변인들을 산출하였다. 이때 성공과 실패시에 대한 중요변인들을 비교분석하여 가장 효율적인 드라이버 스윙의 특성을 파악함으로써 지도자와 선수들의 효과적인 훈련에 필요한 정량적 자료의 추출과 더불어 정성적 평가를 하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 아마추어 여자 골프선수 3명을 대상으로 하였으며 모두 오른손잡이 골퍼이며 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자 특성

연구대상자	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	운동경력(개월)
S1	16	171.4	69.1	11
S2	16	161.2	60.8	15
S3	16	163.6	49.3	8
M	16	165.4	59.7	11.3
±SD	0.00	5.3	9.9	3.5

2. 실험장비

본 연구의 실험을 위한 장비는 다음과 같다. 촬영도의 배치는 연구 대상자의 스윙동작을 완전히 포함할 수 있도록 높이 2 m, 길이 2 m, 폭 1 m로 통제점들을 지면반력판(2대) 위에 설치였고 4대의 카메라를 좌표지점에서 약 8 m 떨어진 곳에 간격을 조절하여 설치하였다.

카메라의 촬영속도는 60 fields/sec로 하였으며 이때의 shutter speed는 1/2000로 하였다. 실험 및 분석 장비는 <표 2>와 같다.

표 2. 실험 및 분석장비

실험기기	모델명 및 유형	제조회사(제조국)
Digital Camera 4대	VX-2000	SONY(일본)
Force Plate 2대	OR6-7-4000	AMT(미국)
Analyzer program	kWON 3D 3.1ver	VISOL(한국)
LED	silk-8555	VISOL(한국)
Control Object	1m × 2m × 2m	VISOL(한국)

3. 실험절차

충분한 스윙동작이 수행될 수 있는 공간을 확보한 실험실에서 카메라를 설치한 후 공간좌표 설정을 위해 통제점들이 스윙동작을 완전히 포함할 수 있도록 배치하고 피험자 한명씩 2대의 지면반력판에 각각 한발씩 올라간 상태에서 자신에게 알맞은 스탠스로 위치한 후 드라이버 클럽으로 스윙을 시작하였다. 이때 각 피험자는 연구자와 전문가(KPGA)에 의해 성공과 실패로 판

단된 충분한 스윙횟수가 이루어질 때까지 스윙이 이루어졌다. 또한 좌표설정은 공이 날아가는 방향을 Y축, 전후방향을 X축, 수직방향을 Z축으로 설정하였다.

4. 용어의 정리 및 분석시점

- 1) AD(Address) : 백스윙(backswing)의 예비동작으로 양발을 어깨넓이의 위치놓고 서있는 준비자세
- 2) MB(Middle of Back Swing) : 백스윙을 시작하는 단계로 어드레스와 톱스윙의 중간단계로써 지면과 클럽헤드가 수평을 이루는 시점의 동작

- 3) TS(Top of Swing) : 백스윙시 클럽헤드가 정점에서 일시 정지하는 상태
- 4) MD(Middle of Down Swing) : 백스윙의 정점 이후 임팩트의 중간 동작으로써 지면과 클럽헤드가 수평을 이루는 시점
- 5) IP(Impact) : 클럽헤드가 볼과 접촉하는 시점
- 6) MF(Middle of Follow Through) : 임팩트 후 스윙 동작이 계속 진행하여 지면과 수평이 이루어질 때까지의 동작
- 7) EF(End of Follow Through) : 스윙 동작이 끝나는 시점

5. 자료처리

본 연구의 통제점 좌표화 인체관절 중심점의 좌표화, 동조 DLT(Abdel-Aziz Karah, 1971)방법과 Butterworth의 저역통과필터(Low-Pass filter)를 사용하였으며, 차단주파수(Cut-off frequency)는 12hz로 평활화하여 노이즈(noise)를 제거하였다. 지면반력 샘플링 속도(data sampling rate)는 240hz로 설정하였다. 좌표분석과 데이터 자료산출은 권영후(Kwon 2004)가 개발한 KWON3D Motion Analysis Package Version 3.1을 사용하였다. 분석된 변인들의 자료처리를 위하여 MS Excel 산출된 자료를 전환하여 국면별 자료와 그래프를 도식화하였다.

III. 결과 및 논의

1. 운동학적(kinematic)요인

1) 클럽헤드의 위치변화

각 단계별 클럽헤드위치 변화에 대한 전후방향(X), 좌우방향(Y), 상하방향(Z)에 대한 결과는 <표 3>과 <그림 2 ~ 5>와 같다.

클럽헤드의 위치에 대한 변화는 정확한 스윙동작과 더불어 이동된 거리와 비례되는 운동량 증가에 매우 중요한 역할을 하게 된다(문병일, 2004). 또한 클럽헤드의



그림 1. 드라이버 골프스윙 동작의 7단계

위치를 분석함으로써 성공과 실패시를 구분할 수 있으며 헤드와 볼이 임팩트 되는 상대적인 위치를 파악할 수 있다. 성공시 전후방향(X)의 어드레스와 톱스윙간의 차이 값은 1.12m, 실패는 1.28m로 위치해 있는 것으로 알 수 있으며 어드레스와 임팩트간의 차이 값을 보면 성공시 -0.13m 실패시 -0.29m로 뒤쪽방향(-X)으로 이동하였다.

김계옥, 유경석, 이경일(2001)은 비우수집단에 비하여 우수집단의 궤적은 전후방향(X)의 폭이 매우 적게 나타났으며, 이는 스윙궤적이 한 평면상을 움직여야 한다는 스윙의 기본원리와 비슷한 양상을 보임으로써 성공시가 실패시보다 더 정확한 임팩트위치로 나타나는 것으로 판단되며 실패시는 임팩트시 뒤쪽방향 (-X)으로 많이 이동되어 있음으로 이는 성공시에 비하여 슬라이스가 많이 나올 것으로 사료된다. 또한 성공시 좌우방향(Y)의 전체평균 어드레스와 임팩트의 차이 값을 보면 성공시 -0.06m, 실패시 -0.10m로 성공시가 어드레스에 근접하게 임팩트하는 것으로 나타났으며 성공시가 실패시에 비해 각속도와 관성모멘트를 작게 함으로써 더 정확한 임팩트가 이루어지고 정확성 또한 증가될 것으로 판단된다. 또한 상하방향(Z)의 어드레스와 톱스윙시간의 성공시 전체평균의 차이 값을 보면 1.30m, 실패시 1.54m로 나타났으며 어드레스와 임팩트간의 차이는 전체평균이 성공시 0.09m, 실패시 0.02m로 상(+Z)방향으로 이동된 것을 볼 수 있다. 문병일(2004)의 연구에서는 높이 스윙하는 동작이 관성모멘트를 증가시켜 불안정한 자세를 유발 될 가능성이 높을 것으로 보고 하였으며 본 연구에서는 톱스윙시 성공시가 실패시에 비해 0.24m 높게 위치함으로써 위치에너지 증가와 운동량 증가에 기여하는 것으로 사료되며 선행연구의 내용과 다르게 스윙의 높이가 도움을 준 것으로 판단된다. 또한 안병훈,

이한경, 김원섭, 유달영, 정천규(1999)등은 클럽헤드의 상하(Z) 이동거리는 코킹과 언코킹에 관련이 있다고 하였다. 즉 하프웨이 이후 코킹을 한 상태에서 톱스윙에 들어가고, 코킹을 풀지 않은 상태로 다운스윙을 하면 상하(Z)이동 거리가 작아짐으로써 유리함을 가질수 있다고 하였으며 반면, 코킹을 덜한 상태에서 톱스윙에 들어가게 된 후 다운스윙을 시작하면서 바로 코킹을 풀어버리면 상하(Z)이동 거리가 크게 나타남으로써 많은 불리함으로 작용할 것이라고 하였다.

2) 신체중심의 속도 변화

신체중심에 대한 속도변화의 결과는 <표 4>와 <그림 6 ~ 9>와 같다. 성공시 전후방향(X) 신체중심속도는 미들백스윙이 -0.03m/sec 이었으며, 실패시 0.02m/sec로 나타났다. 성공시는 뒤쪽방향(-X)으로 이동이 되었으나 실패시는 성공시와 반대로 앞쪽방향(+X)으로 이동하는 것으로 나타났다. 성공시 톱스윙과 임팩트의 속도를 보면 0.05m/sec, -0.08m/sec 이었으며 실패시는 -0.03m/sec, -0.02m/sec으로 나타났다. 성공시 좌우방향(Y)의 톱스윙의 신체중심속도는 0.07m/sec, 미들다운스윙 0.55m/sec, 임팩트 0.45m/sec 이었으며 실패시의 전체 평균값은 톱스윙 0.16m/sec, 미들다운스윙 0.53m/sec, 임팩트 0.25m/sec로써 성공과 실패시의 미들다운스윙의 속도는 거의 비슷하나 임팩트시 성공시가 실패에 비해 신체중심속도가 0.20m/sec이 더 빠르게 나타났다. 즉 성공시가 실패시보다 톱스윙에서 임팩트까지의 신체중심속도를 빠르게 이동함으로써 클럽헤드의 속도 또한 크게 증가하여 비거리 향상에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 또한 문병일(2004)은 톱스윙 0.14m/sec, 미들다운스윙 0.72m/sec, 임팩트 0.53m/sec로 임팩트 전 단계인 다운스윙에서 가장 빠른 좌우 이동속도를 나타냈으며 임팩트

표 3. 클럽헤드 위치변화

(unit: m)

피험자	단계	성공			실패		
		x	y	z	x	y	z
sub1	1	1.36	0.62	0.14	1.31	0.65	0.12
	2	0.63	-0.96	0.83	0.50	-0.98	0.74
	3	0.26	1.22	1.75	0.37	1.41	1.62
	4	0.61	-0.59	0.74	0.37	-0.76	1.08
	5	1.31	0.57	0.21	0.65	0.59	-0.02
	6	0.53	1.89	1.20	0.44	1.96	0.86
	7	0.62	1.42	1.41	0.96	0.96	1.04
sub2	1	1.40	0.53	0.15	1.20	0.67	0.11
	2	-0.22	-1.04	1.28	0.42	-0.88	0.68
	3	0.53	1.12	1.28	-0.36	0.95	1.94
	4	0.45	-0.81	1.12	0.36	-0.56	0.79
	5	1.21	0.50	0.26	0.82	0.16	0.10
	6	-0.20	1.80	1.54	0.74	1.61	0.94
	7	0.86	0.87	1.14	-0.79	0.90	1.61
sub3	1	1.36	0.61	0.15	1.21	0.64	0.12
	2	0.66	-0.83	0.78	0.46	-0.86	0.67
	3	-0.05	1.30	1.31	-0.13	1.23	1.41
	4	0.72	-0.43	0.70	0.79	-0.42	0.70
	5	1.19	0.52	0.25	1.37	0.89	0.33
	6	0.39	1.92	1.01	0.29	1.66	1.09
	7	0.57	1.41	1.21	0.95	0.19	0.98
M±SD	1	1.37±0.02	0.59±0.05	0.15±0.01	1.24±0.06	0.65±0.02	0.12±0.01
	2	0.36±0.50	-0.94±0.11	0.96±0.28	0.46±0.04	-0.91±0.06	0.70±0.04
	3	0.25±0.29	1.21±0.09	1.45±0.26	-0.04±0.37	1.20±0.23	1.66±0.27
	4	0.59±0.14	-0.61±0.19	0.85±0.23	0.51±0.25	-0.58±0.17	0.86±0.20
	5	1.24±0.06	0.53±0.04	0.24±0.03	0.95±0.38	0.55±0.37	0.14±0.18
	6	0.24±0.39	1.87±0.06	1.25±0.27	0.49±0.23	1.74±0.19	0.96±0.12
	7	0.68±0.16	1.23±0.31	1.25±0.14	0.37±1.01	0.68±0.43	1.21±0.35

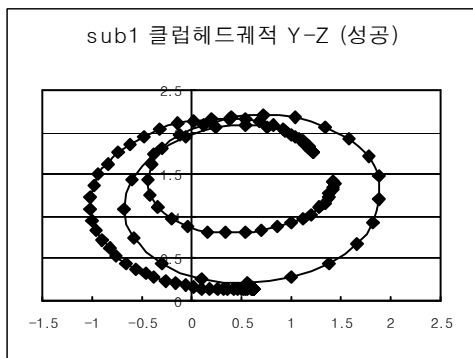


그림 2. sub1 클럽헤드궤적 (Y-Z면, 성공)

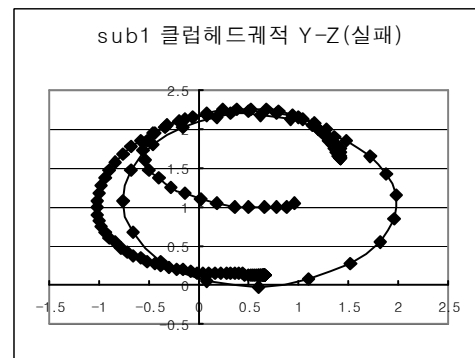


그림 3. sub1 클럽헤드궤적(Y-Z면, 실패)

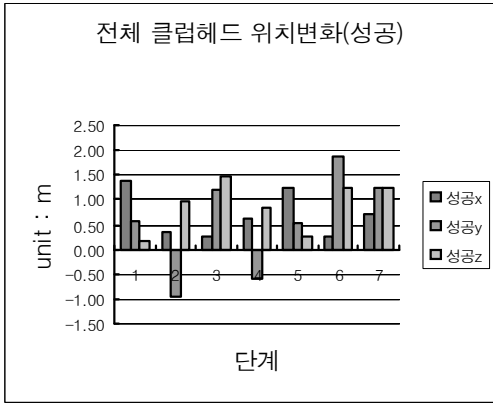


그림 4. 전체 클럽헤드 위치변화(성공)

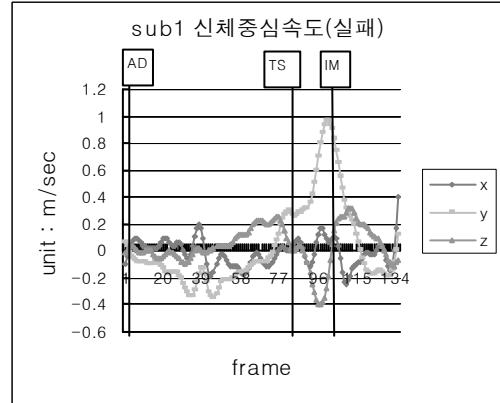


그림 7. sub1 신체중심속도(실패)

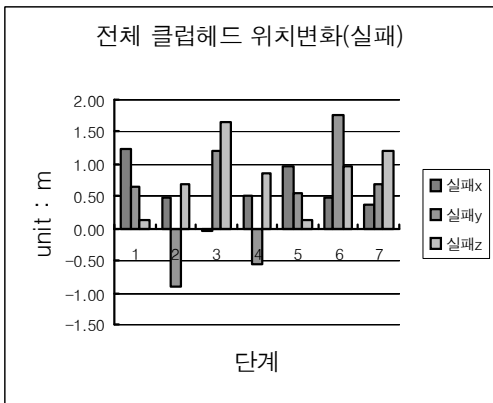


그림 5. 전체 클럽헤드 위치변화(실패)

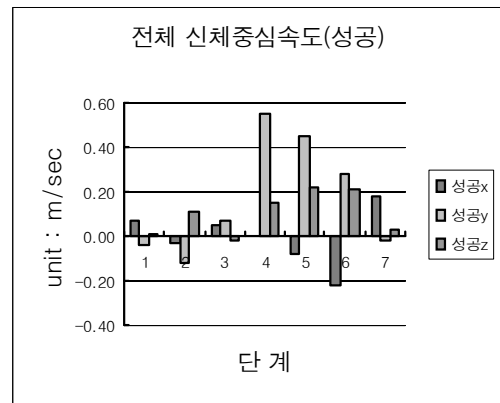


그림 8. 전체 신체중심속도(성공)

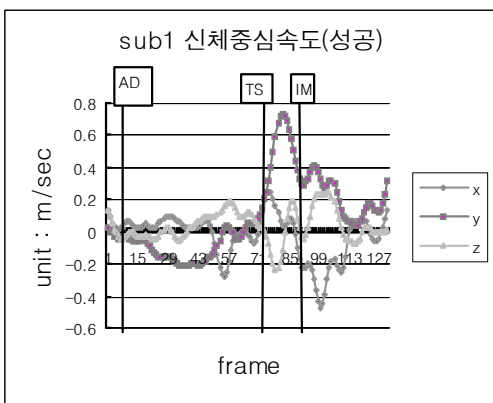


그림 6. sub1 신체중심속도(성공)

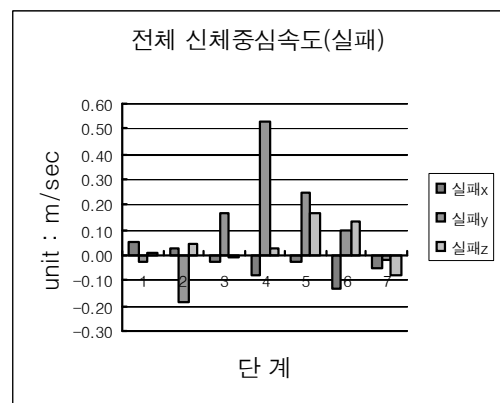


그림 9. 전체 신체중심속도(실패)

표 4. 신체중심 속도 (unit: m/sec)

피험자	단계	성공			실패		
		x	y	z	x	y	z
sub1	1	0.01	-0.04	-0.03	0.09	-0.07	0.02
	2	0.06	-0.19	0.09	-0.07	-0.22	0.03
	3	-0.02	0.08	0.04	0.06	0.26	0.01
	4	0.08	0.58	0.19	0.07	0.97	-0.18
	5	-0.10	0.38	0.08	0.10	0.75	0.21
	6	-0.20	0.33	0.03	-0.23	0.38	0.26
	7	0.14	0.31	0.01	-0.10	-0.14	-0.10
sub2	1	0.11	-0.07	0.07	0.08	-0.03	0.00
	2	-0.17	-0.01	0.14	-0.01	-0.16	0.05
	3	0.11	0.10	-0.04	-0.03	0.07	-0.02
	4	-0.20	0.56	-0.07	-0.15	0.31	0.08
	5	-0.21	0.56	0.19	-0.05	0.03	0.22
	6	-0.27	0.35	0.42	-0.09	-0.21	0.03
	7	0.05	-0.02	0.02	-0.05	0.00	-0.02
sub3	1	0.10	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
	2	0.03	-0.15	0.09	0.15	-0.17	0.05
	3	0.07	0.03	-0.07	-0.11	0.16	-0.01
	4	0.13	0.51	0.33	-0.17	0.30	0.17
	5	0.06	0.40	0.39	-0.12	-0.03	0.07
	6	-0.19	0.17	0.18	-0.08	0.11	0.11
	7	0.35	-0.34	0.07	-0.02	0.10	-0.11
M±SD	1	0.07±0.06	-0.04±0.03	0.01±0.05	0.05±0.06	-0.03±0.04	0.01±0.01
	2	-0.03±0.13	-0.12±0.09	0.11±0.03	0.02±0.11	-0.18±0.03	0.04±0.01
	3	0.05±0.07	0.07±0.04	-0.02±0.06	-0.03±0.09	0.16±0.10	-0.01±0.02
	4	0.00±0.18	0.55±0.04	0.15±0.20	-0.08±0.13	0.53±0.38	0.02±0.18
	5	-0.08±0.14	0.45±0.10	0.22±0.16	-0.02±0.11	0.25±0.43	0.17±0.08
	6	-0.22±0.04	0.28±0.10	0.21±0.20	-0.13±0.08	0.09±0.30	0.13±0.12
	7	0.18±0.15	-0.02±0.33	0.03±0.03	-0.06±0.04	-0.01±0.12	-0.08±0.05

가 이루어지는 시점에서는 신체중심의 속도를 작게 함으로써 클럽에 많은 충격량이 작용한다고 보고 하였고 이는 본 연구와도 일치하는 것으로 나타났다. 상하방향(Z)의 신체중심속도를 비교해보면 성공시 톱스윙 -0.02m/sec 미들다운스윙 0.15m/sec, 임팩트 0.22m/sec 이었으며 실패시 톱스윙 -0.01m/sec, 미들다운스윙 0.02m/sec, 임팩트 0.17m/sec으로 나타났다. 박장진(2006)은 일반 남자골프선수들을 대상의 한 결과 신체중심속도는 톱스윙 0.01m/sec, 미들다운스윙 0.17m/sec, 임팩트 0.30m/sec 으로 보고 하였다. 따라서 본 연구의 성

공시와 비슷한 양상을 보였으며 Milburn(1982)는 인체를 팔과 클럽의 2중지레 시스템으로 가정하여 골프스윙을 2차원으로 영상분석한 결과 팔의 속도와 몸통의 속도가 합쳐서 클럽의 속도가 최대로 도달할 수 있다고 하였다. 본 연구는 톱스윙에서 다운스윙 시작과 더불어 속도를 증가하여 위치에너지와 운동에너지 증가에 기여 할 것으로 판단된다.

3) 코킹각도

코킹각도는 왼쪽 손목관절을 축으로 이어지는 벡터와 팔꿈치 관절로 이어지는 벡터의 상대각으로 정의하

표 5. 코킹각도 변화 (unit: deg)

구분	피험자	단계	1	2	3	4	5	6	7
성공	sub1		161.32	153.9	119.45	145.33	167.32	145.61	143.02
	sub2		159.43	166.54	85.78	142.62	165.75	135.62	102.55
	sub3		171.82	156.47	110.41	144.81	163.93	147.19	115.38
	M±SD		164.19 ±6.68	158.97 ±6.68	105.21 ±7.43	144.25 ±1.44	165.67 ±1.70	142.81 ±6.27	120.32 ±20.68
실패	sub1		152.96	153.86	134.52	158.32	172.78	158.25	110.22
	sub2		155.59	163.2	112.9	126.99	148.98	130.83	102.01
	sub3		152.24	139.03	112.4	136.66	162.56	113.84	87.92
	M±SD		153.60 ±4.76	152.03 ±2.19	119.94 ±2.63	140.66 ±6.04	161.44 ±1.94	134.31 ±22.41	100.05 ±11.28

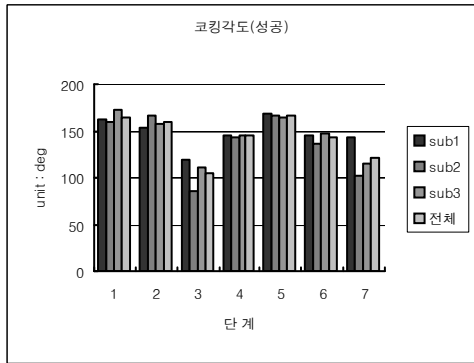


그림 10. 코킹각도(성공)

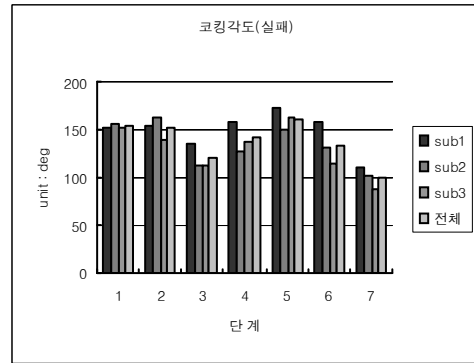


그림 11. 코킹각도(실패)

였으며 코킹각도는 <표 5>와 <그림 10, 11>에 나타난 바와 같다. 문병일(2004)은 코킹은 백스윙에서 축적한 원심력을 임팩트 순간 왼쪽 손목을 신전시켜 최대의 클럽 헤드의 스피드로 연결시키기 위한 동작이라고 정의하였다. 톱스윙시 전체평균에 대한 성공시를 보면 어드레스 164.19°, 톱스윙 105.21° 이었으며 실패시 어드레스 153.60°, 톱스윙 119.94°로 성공시가 어드레스에는 조금 더 각이 크게 나왔으며 톱스윙에서는 각이 오히려 실패시 보다 더 적게 나타났다.

김무영(1998)은 왼손의 톱스윙 79.80°, 이동해(1996) 91.00°, 김규수 등(1998)은 87.97°, 송주호(1999)는 프로골퍼의 왼손 코킹각은 74.30°, 이용구(2005)는 93.95° 보다는 큰 각을 유지한 것으로 나타났으나 Milburn(1982)의 150°~160°, 이경일, 박장진(2006)의 120.20° 보다는 작게 나타났다. Thomas(1991)는 백스윙

시 가능한 왼손의 코킹각은 90°가 되도록 하되 클럽샤프트가 수평보다 아래로 내려가 오버스윙이 되지 않도록 왼쪽 엄지손가락으로 클럽을 받치는 일이 중요하다고 하였다.

미들다운스윙과 임팩트에 대한 성공시 평균값을 보면 144.66°, 165.67° 이었으며 실패시 미들다운스윙 140.66°, 임팩트 161.44°로써 성공시가 실패시보다 코킹을 더 풀어주면서 스윙을 하였으며 적은 각도의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

배성제, 김복영(1995)은 임팩트 150.80°, 김선정, 신용석, 최지영(2002)은 157.70°로써 본 연구의 성공시 코킹각도보다 작은 것으로 나타났으며 송주호(1999)는 코킹이 일어나는 시점은 개인의 차가 있었지만 코킹 각도를 오랫동안 유지시키는 것이 스윙의 회전에 대한 관성 모멘트를 적게 하여 스윙의 각속도를 크게 함으로써 클럽

표 6. 지면반력의 변화(성공) (unit: N)

피험자	단계	왼발				오른발			
		x	y	z	%	x	y	z	%
sub1	1	-38.89	1.28	304.11	45.83	58.93	1.25	359.40	54.17
	2	-36.63	-12.08	424.70	63.87	42.95	1.08	240.25	36.13
	3	-54.77	108.25	309.13	44.83	24.46	-193.40	380.36	55.17
	4	-114.60	-15.64	442.48	58.31	21.11	47.14	316.31	41.69
	5	-44.40	0.35	204.66	31.79	54.43	12.78	439.13	68.21
	6	24.89	-11.75	45.08	6.55	60.86	-5.35	642.75	93.45
	7	-9.33	16.01	129.19	19.62	17.61	-13.03	529.12	80.38
sub2	1	-74.14	-45.01	606.27	83.00	29.26	62.85	124.18	17.00
	2	-82.39	-8.62	391.06	58.96	78.84	23.07	272.22	41.04
	3	-167.56	33.79	619.83	64.66	66.61	-10.82	338.72	35.34
	4	14.73	-14.69	138.06	25.60	24.70	24.04	401.21	74.40
	5	11.31	-8.64	151.21	26.45	37.18	13.83	420.42	73.55
	6	7.71	1.23	181.00	28.08	29.00	11.85	463.51	71.92
	7	-36.57	13.34	220.56	31.35	34.42	-13.49	482.91	68.65
sub3	1	-39.22	-21.56	358.33	57.72	41.45	31.15	262.47	42.28
	2	-51.68	-9.06	380.17	60.53	55.85	10.62	247.89	39.47
	3	-20.88	114.67	295.53	47.87	-29.57	-106.85	321.79	52.13
	4	-20.52	-27.11	332.30	84.53	-9.42	24.09	60.82	15.47
	5	-44.68	-44.14	405.85	77.33	-3.41	15.14	119.01	22.67
	6	-62.59	-32.07	448.13	57.87	18.87	10.02	326.31	42.13
	7	-9.91	-0.18	95.51	15.09	28.69	8.54	537.35	84.91
M±SD	1	-50.75±20.26	-21.76±23.15	422.90±61.10	62.97±18.98	43.21±14.91	31.75±30.80	248.68±18.21	37.03±18.98
	2	-56.90±23.32	-9.92±1.88	398.64±23.21	61.13±2.51	59.21±18.18	11.59±11.03	253.45±16.70	38.87±2.51
	3	-81.07±76.80	85.57±44.96	408.16±83.43	54.05±10.68	20.50±48.21	-103.69±91.33	346.96±30.14	45.95±10.68
	4	-40.13±66.86	-19.15±6.91	304.28±54.13	53.98±29.52	12.13±18.75	31.76±13.32	259.45±77.18	46.02±29.52
	5	-25.92±32.25	-17.48±23.52	253.91±34.27	43.77±27.96	29.40±29.69	13.92±1.18	326.19±79.66	56.23±27.96
	6	-10.00±6.35	-14.20±6.78	224.74±205.05	32.00±25.77	36.24±21.91	5.51±9.45	477.52±58.68	68.00±25.77
	7	-18.60±5.56	9.72±8.68	148.42±64.70	22.32±8.39	26.91±8.55	-5.99±12.59	516.46±29.35	77.68±8.39

헤드의 속도를 더 빠르게 할 수 있을 것이라고 보고하였다. Cochran & Stobbs(1968)은 다운스윙시 코킹각을 오래 유지하여 관성모멘트를 되도록 적게 해야만 스윙시 각속도를 크게 할 수 있으며 임팩트시 클럽의 헤드 속도를 증가시킬 수 있다고 하였다.

또한 문병일(2004)은 어드레스와 임팩트시 코킹 각도의 편차를 최소화하는 것이 가장 효율적이라고 하였다. 이는 본 연구의 성공시의 내용과 거의 일치하는 것으로 나타났으며 성공시 어드레스와 임팩트와의 편차는 1.48°이었으며 실패시 편차는 7.84°로써 성공시의 어드레스와 임팩트시의 코킹각도는 비슷한 각도를 유지함으로써 임

팩트시 정확도에 많은 기여를 할 것으로 사료된다.

전체적인 코킹각도를 보면 성공시와 실패시 모두 충분한 지연히팅이 이루어지지 않는 것으로 나타났으며 다운스윙시 코킹각을 그대로 유지하며 관성모멘트를 적게 하는 동작 훈련을 지속적으로 해야 할 것으로 판단된다.

2. 지면반력 요인

아마추어 여자 선수들의 골프 스윙에 따른 어드레스부터 팔로스로까지의 각각의 단계를 설정하여 2대의

표 7. 지면반력의 변화(실패) (unit: N)

피험자	단계	왼발				오른발			
		x	y	z	%	x	y	z	%
sub1	1	-61.74	-5.79	263.11	43.08	55.01	5.89	347.64	56.92
	2	-56.43	-27.52	325.86	53.21	52.3	28.11	286.57	46.79
	3	-66.56	-28.49	521.44	84.17	20.16	30.58	98.08	15.83
	4	-97.21	-9.65	483.51	87.77	-11.11	8.87	67.39	12.23
	5	-112.98	20.82	472.9	84.76	-25.83	-3.98	85.05	15.24
	6	-112.21	67.24	415.99	75.69	-32.34	-45.79	133.59	24.31
	7	49.29	-39.98	57.54	9.38	46.7	21.68	555.73	90.62
sub2	1	-51.95	-15.17	445.47	88.61	10.85	15.43	57.24	11.39
	2	-39.23	23.44	372.38	84.64	-10.98	-11.21	67.57	15.36
	3	-9.87	-14.07	140.62	32.27	46.02	5.17	295.16	67.73
	4	-31.5	-10.42	245.2	54.48	27.19	15.15	204.85	45.52
	5	-27.69	-11.94	243.26	55.37	23.93	16.15	196.04	44.63
	6	-29.55	-3.63	239.93	52.24	29.26	15.1	219.38	47.76
	7	-35.3	-2.25	233.54	51.85	30.57	6.57	216.85	48.15
sub3	1	-30.27	1.19	266.44	46.24	46.34	4.93	309.78	53.76
	2	-47.84	-17.55	455.22	77.72	25.14	21.77	130.48	22.28
	3	-14.29	100.11	289.98	50.90	-7.53	-106.51	279.77	49.10
	4	-86.44	24.35	616.76	96.62	-11.32	15.46	21.57	3.38
	5	-75.52	3.87	532.48	90.10	-18.6	1.09	58.51	9.90
	6	-54.34	7.43	382.29	62.08	9.67	1.53	233.51	37.92
	7	-9.27	-2.46	180.97	30.30	18.82	7.28	416.25	69.70
M±SD	1	-47.99±16.11	-6.59±8.21	325.01±104.34	57.70±25.43	37.40±23.40	8.75±5.80	238.22±157.87	42.30±25.43
	2	-47.83±8.60	-7.21±27.01	384.49±65.52	70.42±16.52	22.15±31.75	12.89±21.11	161.54±112.76	29.58±16.52
	3	-30.24±31.53	19.18±70.45	317.35±191.88	58.59±26.29	19.55±26.78	-23.59±72.93	224.34±109.61	41.41±26.29
	4	-71.72±35.24	1.43±19.86	448.49±188.24	82.08±22.22	1.59±22.17	13.16±3.72	97.94±95.38	17.92±22.22
	5	-72.06±42.75	4.25±16.38	416.21±152.72	78.62±18.70	-6.83±26.89	4.42±10.47	113.20±72.96	21.38±18.70
	6	-65.37±42.42	23.68±38.13	346.07±93.45	63.90±11.78	2.20±31.47	-9.72±31.97	195.49±54.07	36.10±11.78
	7	1.57±43.32	-14.90±21.72	157.35±90.35	28.42±21.24	32.03±14.00	11.84±8.53	396.28±170.32	71.58±21.24

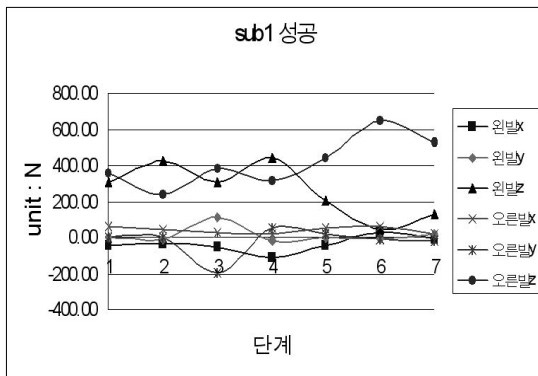


그림 12. sub.1 지면반력변화(성공)

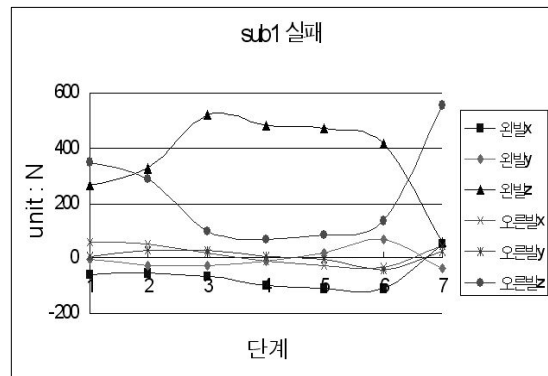


그림 13. sub.1 지면반력변화(실패)

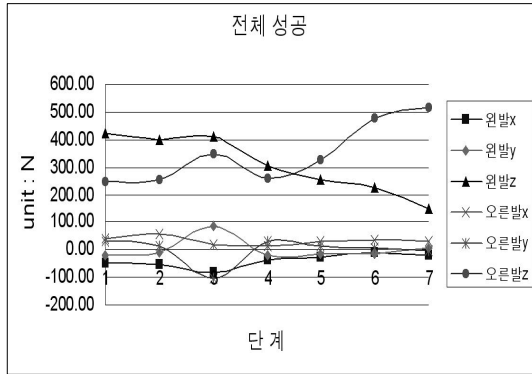


그림 14. 전체지면반력변화(성공)

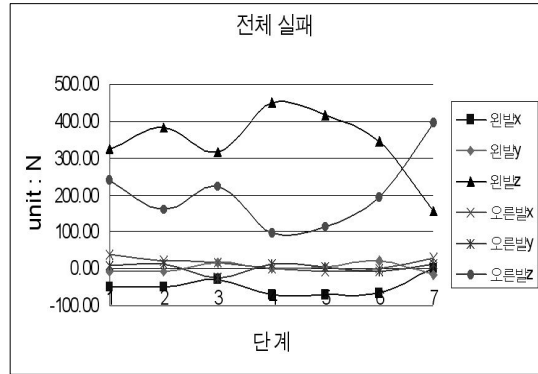


그림 15. 전체지면반력변화(실패)

지면반력을 이용하여 오른발과 왼발의 체중의 지지율과 힘 성분을 분석하여 각 방향(X, Y, Z)의 스윙 흐름에 따른 성공과 실패시에 관한 체중지지율의 변화 형태를 비교분석함으로써 효율적인 스윙을 규명할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 성공과 실패시에 관한 오른발과 왼발에 나타난 전후방향(X), 좌우방향(Y), 상하방향(Z)의 크기와 체중에 대한 백분율의 내용은 <표 6, 7>과 <그림 12 ~ 15>에 나타난 바와 같다.

성공시 전후방향(X)의 왼발과 오른발에 나타난 양발의 힘을 보면 성공시 전체평균 왼발 -50.75N, 오른발 43.21N, 실패시 -47.99N, 37.40N으로 나타났다. 톱스윙시 전체평균에 대한 성공시를 보면 왼발 -81.07N, 오른발 20.50N이었으며 실패시 -30.24N, 19.55N으로 성공시가 실패시에 비하여 왼발이 앞쪽(+X)으로 더 많이 지지하는 것으로 나타남으로써 톱스윙시 신체중심이 뒤쪽으로 이동하는 것을 작게 하여 안정적인 스윙을 구사하기 위해 왼발(+X)에 더 큰 지지를 하는 것으로 사료된다. 임팩트 전체평균에 대한 성공시 왼발 -25.92N, 오른발 29.40N 실패시 -72.06N, -6.83N으로 성공시는 실패시에 비하여 양발이 고루 앞뒤로 힘을 지지하는 것으로 나타났으며 실패시는 왼발이 오른발에 비하여 앞쪽(+X)으로 크게 지지함으로써 양발모두 앞쪽으로 힘을 지지하여 임팩트시 정확한 스윙을 할 수 없을 것으로 판단되며 이는 공의 방향이 훅이 나올 가능성이 많다고 사료된다. 좌우방향(Y)에 대한 힘 값을 보면 성공시 어드레스 왼발 -21.76N, 오른발 31.75N 실패시 -6.59N, 8.75N로 성

공시가 실패시보다 양발이 모두 더 크게 힘을 지지하는 것으로 나타났다. 성공시 임팩트 왼발의 좌우방향(Y)의 힘 값은 -17.48N, 오른발 13.92N 실패시 왼발 4.25N, 오른발 4.42N로 실패시는 임팩트시 양발 모두 (+Y)방향으로 값이 나타났으며 성공시는 실패시의 반대로 왼발을 안쪽방향(-Y)로 오른발 (+Y)방향으로 지지하였다. 성공시 상하방향(Z)의 지지율을 보면 어드레스를 왼발 62.97%, 오른발 37.03% 였으며 실패시 왼발 57.70%, 오른발 42.30%로 성공시가 실패시보다 왼발에 더 크게 지지하는 양상을 보였으며 김무영(1995)은 왼발과 오른발에 각각 45.7%, 49%, 이종훈(2000)은 49.2%, 54.0% 였고 문병일(2004)은 58.56%, 41.44%로 보고 하함으로써 본 연구의 성공시와 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 미들백스윙시 성공에 따른 전체 평균은 왼발 61.13%, 오른발 38.87% 실패시 왼발 70.42%, 오른발 29.58%로써 성공시가 실패시보다 백스윙시 왼발의 지지율이 감소되었고 오른발의 지지율이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 백스윙시 체중이 오른쪽 방향(-Y)으로 성공시가 실패시보다 왼쪽발에 더 많은 힘을 부여함으로써 신체 밸런스를 유지하면서 스윙을 하는 것으로 사료된다. 톱스윙시 성공의 지지율을 보면 왼발 54.05%, 오른발 45.95% 실패시 왼발 58.59%, 오른발 41.41% 로 성공과 실패시 모두 비슷하게 양발에 고루 체중을 지지하는 것으로 나타났으며 이종훈(2000)은 왼발 29.6%, 오른발 62.3%로써 선행연구와는 다른 양상을 보였다. 성공에 대한 미들다운스윙시 왼발 53.98%, 오른발 46.02%, 실패시 왼발 82.08%, 오른발 17.92%로 실패시가 체중이

왼발에 더 크게 작용하는 것으로 나타났으며 성공시와 다르게 오른발에 체중이 전혀 이동되지 않고 왼발에 크게 치우쳐 지지함으로써 스윙시 왼쪽으로 몸 전체가 기울어지는 현상이 나타난 것으로 사료된다. 임팩트시 왼발과 오른발에 대한 성공시를 보면 43.77%, 56.23% 였으며 실패시 78.62%, 21.38%로 나타났으며 이종훈(2000)은 왼발 56.2%, 오른발 31.3%, 박장진(2006)은 5차시 왼발 52.39%, 오른발 47.61%였으며 이경일, 박장진(2006)은 훈련후 왼발 68.23%, 오른발 31.77%로 보고하였다. 본 연구의 성공시는 선행논문들과의 다른 양상을 보였으며 임팩트시 왼발체중 지지율이 다른 선행논문들에 비하여 작게 나타남으로써 임팩트시 안정성을 위한 것으로 판단되며 실패시는 성공시와 다르게 왼발에 체중을 많이 지지하는 것으로 나타났다.

William과 Cavanagh(1983)의 지면반력 2대를 동원하여 반력의 변화를 분석한 것과 비교하면 수직반력은 백스윙이 시작되면서 오른발로 체중을 이동하는 양상을 보였고, 다시 다운스윙이 시작되면서 왼발로 전이가 됨을 보고하였으며 임팩트 직전에 최대의 수직력이 나타났다. 이는 본 연구의 실패시 동작과 비슷한 양상을 보였으며 성공시는 오른발에 체중을 더 지지하는 것으로 나타났다. 이는 운동량 증가는 낮지만 안정성과 정확도에 기여할 것으로 사료되며 실패시는 성공시와 다르게 운동량 증가에 기여할 것으로 판단된다. 그러나 전후방향(X)과 좌우방향(Y)에서의 불안정한 지지율을 보임으로써 정확도나 안정성에서는 기여하지 못할 것으로 사료된다.

전체적인 결과를 종합해보면 성공시는 전후방향(X), 좌우방향(Y)에서 안정적으로 힘과 체중을 지지하고 있었으며 상하방향(Z)에서는 왼발에 체중지지율이 선행논문들에 비하여 낮은 지지율을 나타냄으로써 운동량부분에서는 효율적이지 못하였으나 전후방향(X)과 좌우방향(Y)에서의 안정적인 지지율로 인하여 드라이버 스윙이 성공이 된 것으로 판단된다. 실패시는 상하방향(Z)에서는 체중지지율이 선행논문들과 비슷한 양상으로 전개 되었으므로 운동량 증가측면에서는 효율적으로 적용된 것으로 사료되나 전후방향(X)과 좌우방향(Y)에서 안정적이지 못한 힘을 나타냄으로써 전후(X), 좌우방향(Y)에서의 불안정한 움직임으로 인하여 실패한 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구는 아마추어 여자선수들의 골프 드라이버 스윙의 성공과 실패시 동작을 7개 시점으로 구분하여 3차원 운동학적(kinematic) 및 운동역학적(kinetic) 비교분석을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 어드레스와 톱스윙시 성공시기에는 클럽헤드 위치차이는 전후 이동이 나타나지 않음으로써 안정적으로 스윙을 유지하는 것으로 나타났다.
- 2) 성공시 좌우방향(Y)의 톱스윙 신체중심속도는 성공시가 실패시에 비하여 임팩트시 매우 빠른 속도를 나타냄으로써 운동량 증가에 많은 기여를 하였다.
- 3) 코킹각의 미들다운스윙과 임팩트에 대한 성공시 평균값을 보면 144.66°, 165.67° 이었으며 실패시 미들다운스윙 140.66°, 임팩트 161.44°로 성공시가 실패시보다 코킹을 더 풀어주면서 스윙을 하였으며 적은 각도의 차이를 보이는 것으로 나타났다.
- 4) 지면반력의 성공시는 전후방향(X), 좌우방향(Y)에서 안정적으로 힘과 체중을 지지하고 있었으며 상하방향(Z)에서는 왼발에 체중지지율이 낮은 지지율을 나타냄으로써 운동량부분에서는 효율적이지 못하였으나 전후방향(X)과 좌우방향(Y)에서의 안정적인 지지율로 인하여 성공적 드라이버 스윙으로 나타났다.

참고문헌

- 김선정, 신용석, 최지영(2002). 골프드라이버 스윙시 어드레스와 임팩트 동작의 운동학적 비교 연구. **한국사회체육학회지**, 17, 145-158.
- 김계욱, 유경석, 이경일(2001). 골프 드라이버 스윙 동작의 운동학적 분석. **한국사회체육학회지**, 15, 437-448.
- 김규수, 김주희(1998). 골프스윙의 운동학적 분석. **용인대학교 체육과학 연구 논총**, 8(1), 98-109.

- 김무영(1998). 우수골퍼와 초보자의 스윙동작에 관한 3차원 영상분석. **한국운동역학회지**, 8(2), 127-154.
- 김우태(2001). **골프스윙 시 체중이동에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 경희대학교 대학원.
- 문병일(2004). **골프 스윙동작의 운동역학적 특성에 관한 분석**. 미간행 박사학위논문. 조선대학교 대학원.
- 박장진(2006). **골프 스윙동작의 운동학적 분석을 통한 종단적 연구**. 미간행 박사학위논문. 조선대학교 대학원.
- 배성제, 김복영(1995). 한국 프로 골프 선수의 스윙 동작 분석. **한국체육학회지**, 34(2), 402-414.
- 배종원(2006). **아마추어 여자 골프선수들의 드라이버 스윙시의 운동역학적 비교 분석**. 미간행 석사학위논문. 국민대학교 대학원.
- 성낙준(2004). **골프 클럽의 스윙궤도와 스윙면에 대한 고찰**. **한국운동역학회지**, 14(1), 99-115.
- 소재무(1997). **여자프로골퍼의 미들아이언 스윙동작에 관한 운동역학적 분석**. **한국운동역학회지**, 7(2), 165-183.
- 송주호(1999). **골프드라이버 스윙 동작시 운동학적 특성비교분석**. 미간행 석사학위논문. 국민대학교 대학원.
- 신중용(2005). **골프 클럽에 따른 스윙 동작의 운동학적 분석**. **한국스포츠리서치**, 16(3), 37-45.
- 안병훈, 이한경, 김원섭, 유달영, 정천규(1999). **드라이버 샷 비거리에 따른 골프 스윙 분석**. **한국체육학회지**, 38(2), 511-523.
- 우병훈(1998). **골프 스윙의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 한양대학교 대학원.
- 염경훈(2002). **남·여 골프 선수의 드라이버 샷과 아이언 샷의 비교연구**. 미간행 석사학위논문. 대구대학교 대학원.
- 윤재백(1992). **골프 스윙시 숙련자와 비숙련자간의 운동학적 변인 비교 연구**. 미간행 박사학위논문. 경기대학교 대학원.
- 이경일, 김상훈, 류희봉(2000). **골프 드라이버샷의 헤드 속도와 근력 및 유연성의 관계**. **한국운동역학회지**, 9(2), 145-157.
- 이경일, 박장진(2006). **아마추어 여자선수들의 골프드라이버 스윙동작에 대한 운동학적 분석**. **한국사회체육학회지**, 28, 349-362.
- 이기룡(2003). **골프스윙 동작 시 신체균형능력에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 순천대학교 대학원.
- 이동혜(1996). **골프 아이언 스윙동작의 운동학적 변인 분석**. 미간행 석사학위논문. 수원대학교 대학원.
- 이용구(2005). **골프스윙 동작의 효과적인 수행을 위한 생체역학적 분석**. 미간행 박사학위논문. 전북대학교 대학원.
- 이종훈(2000). **골프 선수의 스윙 동작에 대한 운동역학적 분석**. **한국학교체육학회지**, 10, 87-96.
- 조수현(1990). **골프스윙의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 대학원.
- 하현보(2005). **골프 스윙 형태에 따른 운동학적 연구**. **한국스포츠리서치**, 16(5), 75-84.
- Abdel-Aziz, Y. I, & Karara, H. M.(1971). Direct liner transformation from comparator coordinates into object space coordinates inclose-range photogrammetry. *pro-ceedings of the Symposium on Close-range Photo-grammetry*(1-18). Falls church, VA : American society of photogrammetry.
- Carney, R. N. (1986). *World Golf*, New York: Vol.24, No.4, 204-209.
- Carlsoo, S. (1967). A Kinetic analysis of the golf swing. *Journal of Sports Medicine*, 7, 66-72.
- Cochran A., & Stobbs, J. (1968). *The search for the perfect swing*. Golf Society of Great Britain, Triumph books, Chicago, IL.
- Fujimot. K. (1995). *Determining the essential elements of golf swing used by elite golfers*. Unpublished doctoral thesis, Oregon State University.
- Hay, J. G. (1985). *The biomechanics of sports techniques*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Jorgensen, Jr. T. (1970). On the dynamics of the swing of a golf club. *American Journal of*

- Physics*, 38(5), 644-651.
- Kwon, Y. H.(2004). KWON3D Motion Analysis Package Ver 3.1. *User's Reference Manual*. Seoul : VISOL INC.
- Lampsa, M. A. (1975) Maximizing distance of the golf drive : an optimal control study. *Journal of Dynamic System Measurement and Control*, ASME, 97(G), 362-367.
- Milburn, P. D. (1982). Summation of segmental velocity in the golf swing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 60-64.
- Milne, R. D., & Davis, J. P. (1992). The role of the shaft in the golf swing. *Journal of Biomechanics*, 25(9), 975-983.
- Neal, R. T., & Wilson, B. D. (1985). 3D Kinematics and Kinetics of the golf swing. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1, 221-232.
- Sanders, R. H., & Owens, P. C. (1992). Hub movement during the swing of elite and novice golfers. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8, 320-330.
- Thomas, H. (1991). *How to Play Better Golf*. St. Edmund: Ward Lock.
- Vaughan, C. L. (1981). A Three-dimensional analysis of the forces and torque applied by a golfer during the downswing. *Biomechanics VII-B*, 325-331.
- wallace, E. S., Grimshaw. P. N., & Ashford, E. L. (1994) *Discrete pressure profiles of the feet and weight transfer patterns during the golf swing*. In A. J. Cochran, & M. R. Farrally(Ed) *Science and Golf II*, Proceedings of the World Scientific Congress of Golf. 26-32. Padstow, Cornwall, GB; E & FN Spon.
- Williams, K. R., & Cavanagh, P. R. (1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implications for shoe desing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(3), 247-255.

투 고 일 : 04월 30일
심 사 일 : 06월 08일
심사완료일 : 06월 23일