



## 골프 드라이브 스윙시 구질 변화에 따른 운동학적 분석

최성진\* · 박종진\*\* · 양동호\*\*\*

### 국문 요약

본 연구에서는 볼 구질의 변화에 따른 스윙 동작의 운동학적인 변인을 3차원적으로 비교 분석하여 스윙 동작의 운동역학적인 원리를 제시하며, 볼 구질이 다른 스윙 동작의 차이점을 밝히는 데 목적이 있으며, 프로골퍼로 경력 3년 이상의 남자 선수 7명을 대상으로 스트레이트 성공, 페이드 성공과 실패로 구분하여 골프 스윙의 운동학적 변인들을 과학적으로 제시하기 위해 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 페이드 성공시에는 임팩트를 지나서도 계속 손목의 각도가 근소한 차이로 줄어드는 것으로 나타났고 실패시에는 각 프레임의 각도가 규칙적으로 변하지 않게 나타났다. 이는 스트레이트 성공과 페이드 성공에 대한 손목각도의 차이가 영향을 미치는 것으로 나타나 다른 요인과 손목각도와와의 관계를 분석하는 것이 필요하다고 하겠다. 페이드 실패의 경우는 임팩트시의 몸통 비틀림각도가 성공때 보다 작아지면서 클럽헤드가 오픈되지 못한 것으로 나타났다. 골프스윙의 형태의 변화로 인하여 어깨관절의 회전력을 더 많이 사용하여 파워를 증진시키기 위한 동작이며, 골프 스윙에서 어깨회전 운동은 축을 중심으로 회전하기 때문에 어깨회전각도의 차이는 없는 것으로 나타났다. 스트레이트 성공시 보다 페이드 성공시에 고관절의 회전각도가 점진적으로 일정하게 각이 커졌다. 이는 고관절의 회전을 더 크게 하여 지연히팅을 보다 자연스럽게 한 것으로 나타났다. 페이드 볼 구사시 임팩트 존에서 클럽의 페이스가 닫히는 것과 팔의 자연스러운 롤링 동작을 억제시키는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 구질 변화에 따른 골프 스윙 동작을 스트레이트 성공, 페이드 성공과 실패시로 구분하여 운동학적 변인들을 3차원 동작 분석을 통하여 경기력 향상에 도움이 되고자 하였으며 앞으로 많은 연구자들이 각 종목에 있어서 경기력 향상을 위한 역학적인 분석이 계속 진행되어야 할 것이다.

**주제어** : 골프, 드라이브, 클럽, 동작분석

---

2002년 11월 8일(금) 접수

\* Corresponding author, 시간강사, 608-735 부산시 남구 대연3동 110-1 경성대학교 예술대학 체육학과 역학실  
연락처 : choi4961@yahoo.co.kr, 011-886-3296

\*\* 교수, 608-735 부산시 남구 대연3동 110-1 경성대학교 예술대학 체육학과

\*\*\* 대학원생, 608-735 부산시 남구 대연3동 110-1 경성대학교 예술대학 체육학과 역학실

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성

골프는 각 코스에 따라 크고, 작은 스윙 동작으로 이루어진다는 점에서 볼 때 가장 중요한 동작은 스윙 기술이라 할 수 있다. 이러한 스윙기술의 특성은 여러 신체 분절의 연속적이고 질서 있는 동작으로 인해 발생한 운동량을 최대한 많이 볼에 전달하는 데 있다. 따라서 스윙시 참여하는 각각의 신체분절들의 협응이 잘 이루어지고 타이밍이 잘 이루어질 때 최대의 효과를 낼 수 있는 운동이다. 골프 경기는 코스의 특성과 거리에 따라 서로 다른 클럽을 사용해야 하는 경기로서 상황에 알맞은 샷을 구사할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 그러나 이러한 스윙의 변천은 서양인에 의해 변화 발전되어 왔기에 동양인이 이것을 그대로 수용하기에는 부적합하다. 그리고 서양인에 의해 쓰여진 수많은 교습서나 연구물들과 우리나라의 골프 지도자들의 스윙의 기계학적 원리를 인지하지 않고 자신의 경험을 토대로 한 교습방식 때문에 최적의 골프 스윙에 대해 일치하지 않는 부분이 많아 골프를 배우려는 많은 사람들의 혼란을 가중시키는 결과를 가져왔다. 그러므로 과학적인 연구에 의한 동양인에 적합한 코칭이론이 점차 요구되어지고 있는 실정이다.

지금까지 연구된 것은 이러한 노력의 일환으로 국내외에서 적지 않은 선행연구가 있었다. 1960-1980년대 선행연구의 대부분은 외국에서 발표된 것으로 Vaughan(1981)과 Neal & Wilson(1985)을 제외한 대부분의 선행연구자들은 3차원 동작인 골프 스윙을 2차원 평면에서 이루어지는 동작으로 가정하였기 때문에 3차원 동작인 골프 스윙을 분석하는데 문제점이 있었다. 1990년대에 와서는 국내에서도 조수현(1990), 황인승 등(1990), 강봉환(1992), 유재청(1991), 윤재백(1992), 김진철(1992), 이기태, 강민식(1997), 김무영(1998) 등에 의하여 골프 스윙의 3차원적 분석 연구가 이루어졌다. 이들 선행연구들은 신체분절의 기여도, 타이밍, 숙련자와 비숙련자의 차이, 드라이버 스윙과 아이언 스윙의 차이 그리고 주요 국면별 일부 역학적인 변수의 기술 및 비교에 관한 내용이었다. 하지만 실제 골프경기에 있어서 스코어를 낮추려면 볼에 대한 컨트롤, 즉 볼을 원하는 방향으로 정확히 보낼 수 있는 능력이 무엇보다도 요구된다. 골프에서 코스는 바르게만 만들어진 것이 아니고 여러 가지의 형태를 가지고 있기 때문에 스트레이트 구질의 볼만으로는 홀을 공략하는 것은 한계가 있다. 그러므로 여러 가지의 볼 구질을 적절히 구사할 수 있는 능력이 프로선수에게는 필수라고 할 수 있다. 이러한 필요에 따라 본 연구에서는 골프 스윙 동작시 스트레이트볼 구질의 스윙 동작과 페이드볼 구질의 스윙 동작을 영상분석법을 이용하여 운동학적 변인들을 비교 분석하여 볼 구질의 형태에 따라 변화하는 골프 스윙 동작의 체계적이고 과학적인 자료를 제시하는데 의미가 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구에서는 볼 구질의 변화에 따른 스윙 동작의 운동학적인 변인을 3차원적으로 비교 분석하여 스윙 동작의 운동역학적인 원리를 제시하며, 볼 구질이 다른 스윙 동작의 차이점을 밝히는 데 목적이 있다.

# II. 연구 방법

## 1. 피험자

본 연구의 피험자는 프로골퍼 남자 선수 7명을 선정하였다. 이 연구에 참가한 피험자는 다음과 같다.

<표 1> 피험자의 신체적 특성

Item	N	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Carrer (yrs)
M±SD	7	25.0±2.1	178.0±5.7	75.5±7.8	10.2±1.3

## 2. 실험 및 분석장비

본 연구에 사용된 장비는 촬영장비와 영상분석 및 자료분석장비 등이 있다. 촬영장비는 JVC dvl-9800 디지털 비디오 카메라 2대, 통제점 막대, 레코드, 동조용 타이머, 각도 측정기가 있으며, 영상 분석 및 자료분석장비에는 비디오 디지털라이저, 컴퓨터(펜티엄 586), 자료분석용 프로그램 등이 있다.

## 3. 실험절차 및 방법

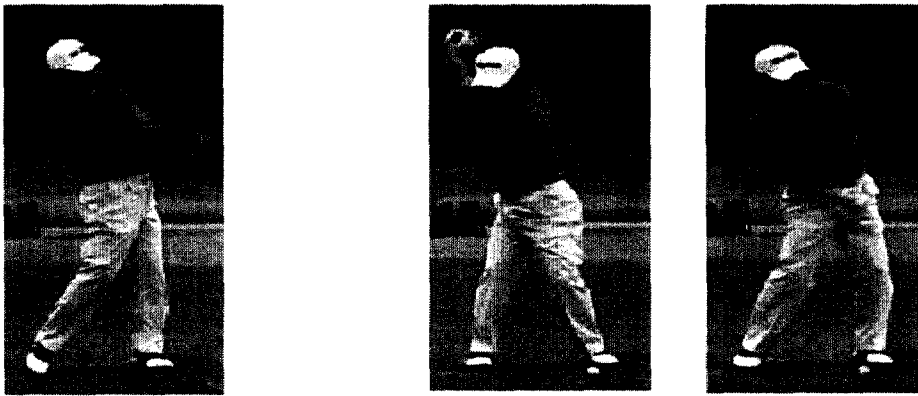
- 1) 실험도구의 배치는 피험자의 스윙 동작을 완전히 수행할 수 있는 범위 내에 통제점들을 수직으로 세웠다.

- 2) 카메라를 좌표 기준점으로부터 가장 촬영하기 좋은 지점인 700cm 떨어진 곳에 렌즈 중심의 높이가 1m되도록 삼각대 위에 수평상태로 설치하였으며, 통제점들이 카메라 렌즈 안에 들어오도록 줌렌즈를 맞추었다.
- 3) 카메라의 촬영 속도는 60field/sec로 세팅하고, 셔터 개각은 자동으로 하였으며, 노출 시간은 1/500초로 하였다.
- 4) 또한 2대의 디지털 고속카메라를 작동시켜 통제점들을 5초 정도 촬영한 다음, 통제점들을 제거한 후 스윙 동작을 촬영하였다.
- 5) 피험자의 스윙 동작 촬영시 카메라가 일정한 속도에 이른 후 촬영할 수 있도록 피험자가 동작을 수행하기 3초 전에 카메라를 작동하였다.
- 6) 인체관절 중심의 좌표화시 오차를 최소화하기 위하여 피험자들에게 숏 팬츠와 골프화를 착용시키고, 충분한 워밍업을 시킨 후 각 관절에 랜드마크를 붙였다.
- 7) 피험자는 스윙 동작을 스트레이트 구질의 성공과 페이드 구질의 성공과 실패가 각각 3회가 될 때 까지 실시하였다.
- 8) 골프 샷의 정확성을 평가하기 위해서 골프공이 땅에 떨어져 정지한 지점을 확인할 수 있는 골프 연습장을 실험장소로 선정하였다.
- 9) 목표지점에 연구대상자가 확인할 수 있는 목표물을 세우고 공의 정확성 평가가 가능하도록 표시하였다. 또한 목표지점은 스윙지점으로부터 직선으로 골프클럽의 평균 비거리 만큼 떨어진 곳으로 정하였다.

#### 4. 자료 분석 방법

##### 1) 국면설정

- (1) 제 1국면 - 다운스윙시 왼팔이 지면과 수평을 이루는 순간부터 임팩트 직전인 1프레임부터 12프레임까지로 설정하였다.
- (2) 임팩트 - 임팩트 순간인 13프레임만을 설정하였다.
- (3) 제 2국면 - 폴로 스루시 오른팔이 지면과 수평을 이루는 순간인 14프레임부터 21프레임까지로 설정하였다.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

임팩트

2) 각도의 정의

- (1) 오른손목각 - 다운스윙시 손목의 코킹각을 의미한다.
- (2) 몸통의 비틀림각 - 신체중심선을 축으로 고관절과 견관절이 비틀리는 각도를 의미한다.
- (3) 견관절의 회전각 - 양어깨 관절의 중심선이 치는 방향선 (Y축)과 이루는 각으로 Y축을 0° 로 하고, Y축에 대하여 열린 경우 +각도로 정의하였고 닫힌 경우 -각도로 하였다.
- (4) 왼쪽 고관절의 수평각 - 왼쪽 고관절과 오른쪽 고관절의 수평각으로 왼쪽 고관절의 상하 이동 각을 의미한다.
- (5) 고관절의 회전각 - 양 고관절의 중심선이 치는 방향선(Y축)과 이루는 각으로 Y축을 0° 로 하고, Y축에 대하여 열린 경우 +각도로 표시하였고, 닫힌 경우 -각도로 하였다.
- (6) 상체전경각 - 왼쪽 고관절을 중심으로 왼쪽 슬관절과 왼쪽 견관절이 이루는 각도를 말한다.
- (7) 왼 슬관절의 회외각 - 왼 고관절을 중심으로 X축을 0° 로 하고, X축에 대하여 열린 경우 +각도로 표시하였고, 닫힌 경우 -각도로 하였다.

3) 통제점 및 인체 관절 좌표화

좌표화는 통제점 막대의 좌표화와 인체관절 중심점의 좌표화로 나눌 수 있으며, Yeadon-Kwon 모델(1993)을 사용하였다. 통제점 막대의 좌표화는 동조용 타이머 오른쪽 맨 아래에 있는 LED를 기준점(reference point)으로 좌표화 하고, KWON3D 2.1 프로그램을 이용하여 통제점 막대를 좌표화 하였다. 총 28개의 통제점을 좌표화 하는데 이런 과정을 여러번 반복 좌표화 한 후 컴퓨터에 파일로 저장하였다. 그리고 자료분석 과정에서 실공간 좌표계의 기준점(원점)은 통제점 막대1로 하며, 피험자가 스윙하는 방향을 Y축 방향으로 하고, 통제점 막대의 지면에 대하여 수직 방향을 Z방향으로 하

였다. 또 Y축에서 Z축으로의 벡터의 외적(cross product)을 X축으로 하였다. 동조용 타이머의 아래에 있는 LED를 먼저 좌표화하고, 1초, 1/10초, 1/100초, 1/1000초 순서로 발광 다이오드를 좌표화한 후 동조 타이머 오른쪽 아래에 있는 LED를 기준점으로 좌표화 하였다. 인체관절 중심점의 좌표화는 Dempster(1955)의 자료를 기초로 하였으며, 관절의 중심 위치를 좌표화 하여, 매 프레임마다 이 과정을 반복하며, 한 프레임을 좌표화 할 때 마다 컴퓨터의 파일(file)로 저장하였다.

#### 4) 기준시간 활용 및 동조

동조용 타이머를 실험중에 발광시켜 두 필름을 기록화하고 수치화 과정에서 이를 확인하여 발광 프레임을 동조프레임으로 이용한다. 각 프레임의 평균 시간 간격을 계산하여 기준 프레임으로 각 프레임의 시각을 계산하였다.

#### 5) 3차원 좌표값의 계산

본 연구에서 3차원 좌표의 계산은 DLT(direct liner transformation) 방법을 사용하였으며, 3차원 좌표값을 계산할 때 여러 가지 원인으로 노이즈(noise)가 발생하는데, 이러한 노이즈에 의해 오차를 제거하기 위하여, 스무딩(smoothing)을 행한다. 본 연구에서는 저역 통과필터 (lowpass filter)방법을 이용하여 스무딩 한 후, 3차원 좌표값을 계산하였다.

#### 6) 운동학적 변인의 수학적 정의

##### (1) 속도

본 연구에서 구하고자 하는 속도는 신체중심의 속도이다. 속도는 변위 함수 S(t)인 식을 일차 미분하면 속도의 함수 S'(t)가 산출된다.본 연구에서 구하고자 하는 속도는 신체중심의 속도이다. 속도는 변위 함수 S(t)인 식을 일차 미분하면 속도의 함수 S'(t)가 산출된다.

$$S(t) = C_3 \cdot t^3 + C_2 \cdot t^2 + C_1 \cdot t + C_0$$

$$t = T - X_1, X_1 \leq T \leq X_{i+1}$$

$C_3, C_2, C_1, C_0$  : 스플라인 함수

3차 스플라인 함수 S(t)에서 미분계수의 결정은 다음과 같이한다.

$$S(t) = C_3 \cdot t^3 + C_2 \cdot t^2 + C_1 \cdot t + C_0 \text{이므로 } S(t) \text{의 일차미분}$$

$S'(t) = 3C_3 \cdot t^2 + 2C_2 \cdot t + C_1$ 이 되며,  $t = T - X(i)$ 이므로  $S'(X_i) = C_1$ 이 된다. 따라서 변위  $X_i$ 의 속도는  $C_1$ 이 된다.

##### (2) 각도

본 연구에서 각도는 A, B벡터의 내적으로 구한다.

$$\cos \theta = \frac{A \cdot B}{|A| \cdot |B|} \quad \theta = \arccos \frac{A \cdot B}{|A| \cdot |B|}$$

## 5. 통계 처리 방법

본 연구의 결과를 처리하기 위하여 SPSS/PC 10.0을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

1) 볼의 구질에 따른 집단간의 운동학적 분석 결과는 t-test를 하였다.

- (1) 스트레이트 성공 - 페이드 성공
- (2) 페이드 성공 - 페이드 실패

2) 각각의 볼의 구질에서 손목각도와 다른 분석 결과의 비교는 적률모 상관분석(pearson's correlation analysis)을 실시하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 오른손목각도

오른손목각도는 표 2와 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 1과 같이 나타났다

스트레이트 성공시와 페이드 성공시 손목각도에 대한 차이를 분석한 결과 1구면에서는 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며 또한 임팩트인 13 프레임에서도 손목각도에 대한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 15번 프레임에서부터 스트레이트 성공과 페이드 성공시 손목각도가 차이가 나기 시작하여 18번 프레임에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P < .05$ ). 그리고 19번과 20, 21번 프레임에서도 각각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P < .05$ ).

페이드 성공과 실패에 대한 손목각도의 차이를 분석한 결과 모든 프레임에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 스트레이트 성공시에서는 일정한 간격으로 점차적으로 각도가 줄어들다 임팩트인 13프레임부터 다시 손목의 각도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 임팩트를 지나면서 손목의 톨링 동작이 정상적으로 행하여지는 것이라고 볼 수 있다. 반면 페이드 성공시에는 임팩트를 지나서도 계속 손목의 각도가 근소한 차이로 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이는 손목의 각도를 유지하려고 하는 동작 즉, 손목의 톨링동작을 억제 할려고 하는 것으로 사료된다.

표 2. 구질의 결과에 따른 손목각도의 차이

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I - II	II - III
1	93.44±35.06	61.89±32.33	75.10±36.31	1.75	-.719
2	71.84±27.38	50.84±24.29	59.54±22.58	1.518	-.694
3	54.23±21.31	41.67±17.57	46.47±12.17	1.203	-.594
4	40.27±16.73	34.21±12.27	35.84± 5.74	.772	-.318
5	29.74±13.33	28.27± 8.56	27.41± 5.49	.246	.223
6	22.06±10.88	23.60± 6.77	20.93± 7.89	-.319	.680
7	16.79± 9.06	20.00± 6.64	16.09± 9.62	-.757	.886
8	13.40± 7.66	17.19± 7.26	12.60±10.45	-.949	.953
9	11.41± 6.63	15.04± 7.94	10.26±10.62	-.928	.955
10	10.47± 5.95	13.39± 8.30	8.68±10.29	-.755	.940
11	10.20± 5.57	12.09± 8.33	7.81± 9.67	-.498	.886
12	10.39± 5.45	11.04± 8.02	7.43± 8.84	-.179	.801
13	10.84± 5.49	10.21± 7.43	7.44± 7.82	.180	.680
14	11.47± 5.54	9.56± 6.12	7.70± 6.73	.587	.521
15	12.19± 5.55	9.09± 5.65	8.19± 5.60	1.036	.299
16	13.01± 5.53	8.80± 4.56	8.83± 4.57	1.556	-.012
17	13.93± 5.50	8.74± 3.45	9.59± 3.86	2.114	-.431
18	14.94± 5.55	8.91± 2.61	10.44± 3.94	2.599*	-.857
19	16.06± 5.76	9.33± 2.49	11.31± 4.85	2.839*	-.964
20	17.34± 6.19	10.07± 3.35	12.24± 6.26	2.733*	-.009
21	18.71± 6.93	11.11± 4.72	13.16± 7.85	2.399*	-.590

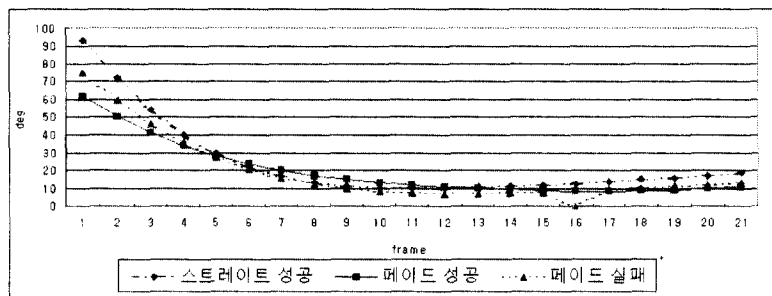
\* :  $p < .05$ 

그림 1. 구질의 변화에 따른 손목각도의 변화형태

실패시에는 각 프레임의 각도가 규칙적으로 변화하지 않음을 볼 수 있다. 이는 페이드 실패의 요인으로 작용한다고 사료된다. 스트레이트 성공과 페이드 성공에 대한 손목각도의 차이가 영향을 미치는 것으로 나타나 다른 요인과 손목각도와의 관계를 분석하는 것이 필요하다고 하겠다.



## 2. 몸통 비틀림 각도

몸통 비틀림 각도는 표 3과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 2와 같이 나타났다.

표 3. 구질의 결과에 따른 몸통 비틀림각의 차이

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I-II	II-III
1	38.47±13.57	41.81±11.43	34.93±13.36	-.499	1.036
2	35.23±10.81	38.06± 9.80	32.47± 8.96	-.513	1.113
3	32.06± 9.06	34.61± 8.83	30.04± 6.94	-.535	1.076
4	29.09± 8.26	31.47± 8.48	27.74± 7.39	-.533	.877
5	26.44± 8.13	28.80± 8.55	25.67±8.83	-.529	.673
6	24.16± 8.34	26.53± 8.78	23.86±10.15	-.518	.527
7	22.31± 8.55	24.76± 9.03	22.44±11.04	-.520	.429
8	21.03± 8.62	23.51± 9.17	21.46±11.38	-.523	.372
9	20.26± 8.49	22.79± 9.12	20.97±11.29	-.537	.328
10	20.06± 8.19	22.60± 8.94	21.03±10.78	-.555	.297
11	20.39± 7.78	22.90± 8.60	21.61±10.04	-.574	.257
12	21.21± 7.27	23.71± 8.17	22.67± 9.07	-.605	.226
13	22.50± 6.74	24.96± 7.66	24.16± 8.06	-.637	.190
14	24.17± 6.18	26.57± 7.08	26.04± 7.03	-.676	.140
15	26.16± 5.63	28.47± 6.50	28.23± 6.04	-.712	.072
16	28.40± 5.03	30.65± 5.92	30.63± 5.32	-.769	.009
17	30.79± 4.44	32.97± 5.35	33.19± 3.86	-.831	-.077
18	33.26± 3.88	35.31± 4.84	35.81± 5.33	-.877	-.184
19	35.73± 3.42	37.73± 4.47	38.37± 6.26	-.940	-.221
20	38.09± 3.16	39.97± 4.31	40.87± 7.69	-.933	-.270
21	40.31± 3.28	42.14± 4.34	43.13± 7.69	-.889	-.251

\* : p < .05

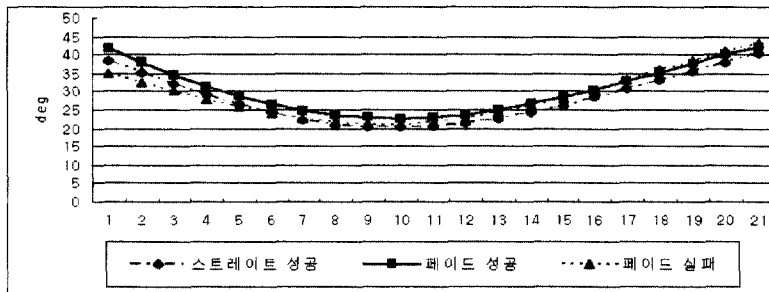


그림 2. 구질의 변화에 따른 몸통 비틀림각의 변화형태

스트레이트성공 과 페이드 성공시 몸통 비틀림 각도에 대한 차이를 분석한 결과 전 프레임에 있어 서 스트레이트 성공과 페이드 성공 및 실패에서 통계적 유의한(P<.05)는 없었으나 페이드 성공시에는

스트레이트 성공보다 몸통의 비틀림 각도가 커지므로 클럽헤드가 오픈되는 시간이 길어지게 된다.

그림 2 에 나타난 바와 같이 골프 스윙에 있어서 임팩트 시점에서는 축을 유지하고 몸통이 어드레스의 위치로 돌아오면서 비틀림각도가 줄어들게 된다. 하지만 페이드시에는 하체가 상체의 회전보다 회전방향으로 리드 되면서 페이드를 구사 할 수 있게 된다.

페이드 성공과 실패에 있어서도 전프레임에서 통계적인 유의차가 없었으나 페이드 실패의 경우는 역시 임팩트시의 몸통 비틀림각도가 성공때 보다 작아지면서 클럽헤드가 오픈되지 못하여 페이드 구사의 실패하였다고 사료된다.

### 3. 견관절의 회전각

견관절의 회전각도는 표 4와 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 3과 같이 나타났다.

표 4. 구질의 결과에 따른 견관절 회전각의 차이

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I-II	II-III
1	49.03±11.01	47.73± 4.62	46.61±9.62	.288	.276
2	42.67± 9.48	42.23± 4.34	40.73±7.52	.112	.457
3	36.53± 8.29	36.87± 4.54	35.10±5.89	-.096	.631
4	30.66± 7.48	31.61± 4.84	29.70±4.74	-.284	.747
5	24.97± 7.02	26.49± 5.17	24.51±3.96	-.460	.802
6	19.46± 6.88	21.39± 5.38	19.49±3.53	-.585	.781
7	14.10± 6.94	16.34± 5.47	14.57±3.38	-.672	.729
8	8.86± 7.17	11.26± 5.55	9.73±3.34	-.700	.624
9	3.67± 7.45	6.11± 5.53	4.86±3.45	-.697	.510
10	-1.51± 7.79	.83± 5.62	-.13±3.68	-.645	.377
11	-6.76± 8.13	-4.60± 5.67	-5.23±3.97	-.576	.240
12	-12.04± 8.44	-10.19± 5.88	-10.49±4.33	-.478	.109
13	-17.39± 8.67	-16.03± 6.19	-16.00±4.75	-.337	-.010
14	-22.81± 8.86	-22.04± 6.59	-21.71±5.23	-.185	-.103
15	-28.30± 8.95	-28.26± 7.07	-27.63±5.72	-.010	-.183
16	-33.79± 8.97	-34.61± 7.63	-33.77±6.21	.186	-.227
17	-39.21± 8.93	-41.06± 8.22	-40.01±6.76	.402	-.259
18	-44.63± 8.87	-47.50± 8.78	-46.34±7.33	.609	-.268
19	-49.83± 8.83	-53.87± 9.35	-52.63±7.86	.832	-.269
20	-54.81± 8.89	-60.01± 9.83	-58.77±8.47	1.088	-.253
21	-59.41± 9.06	-65.83±10.22	-64.61±9.13	1.242	-.234

\* : p < .05

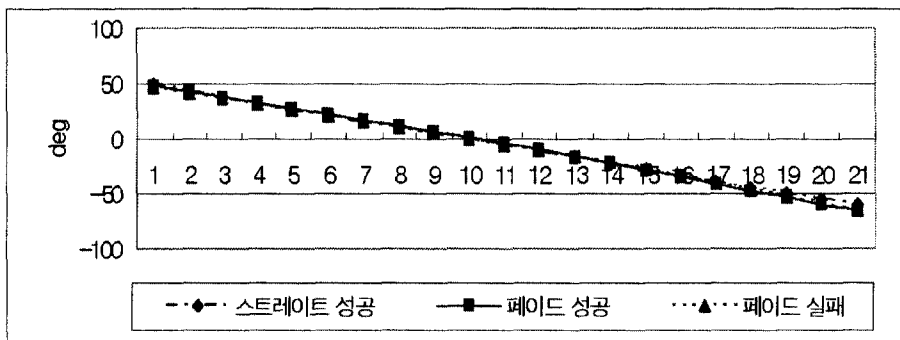


그림 3. 구질의 변화에 따른 견관절 회전각의 변화형태

스트레이트와 페이드 성공시 손목각도에 대한 차이를 분석한 결과 1국면에 있어서 스트레이트 성공과 페이드 성공시 전 프레임에서 통계적 유의차는 없는 것으로 나타났으며, (p<.05) 페이드의 성공과 실패시에서도 통계적 유의차는 없는 것으로 나타났다.

임태상(1996)는 어깨관절의 회전각이 임팩트시 평균 -6.2도로 나타났다고 하였으나 본 연구에서는 스트레이트시 -17.39도, 페이드 성공시 -16.03도, 페이드 실패시 -16.00도로 나타났다. 이는 골프스윙의 형태의 변화로 인하여 어깨관절의 회전력을 더 많이 사용하여 파워를 증진 시키기 위한 동작이라 생각된다. 스트레이트 성공, 페이드 성공과 실패의 모든 경우에 어깨회전각도의 차이는 볼 수 없다. 골프 스윙에서 어깨회전 운동은 축을 중심으로 회전하기 때문에 어깨회전각도의 차이는 없는 것으로 사료된다.

#### 4. 왼쪽 고관절의 수평각

왼쪽 고관절의 수평각도는 표 5와 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 4와 같이 나타났다.

표 4에 의하면 스트레이트 성공과 페이드 성공시 왼 고관절 수평각도에 대한 차이를 분석한 결과 전 프레임에서 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.(p<.05)

페이드 성공과 실패에 대한 왼쪽 고관절의 높이각도의 차이도 모든 프레임에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.(p<.05)

표. 구질의 변화에 따른 왼쪽 고관절의 수평각

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I-II	II-III
1	4.23±3.63	3.21±4.05	4.79±5.28	.493	-.624
2	3.37±2.99	2.23±3.34	3.07±4.13	.674	-.420
3	2.64±2.65	.81±2.95	1.53±3.24	1.220	-.431
4	.29±3.27	-.14±2.49	0.10±2.55	.276	-.180
5	-.39±2.94	-1.13±2.09	-1.20±2.04	.545	.065
6	-1.13±2.68	-2.10±1.82	-2.40±1.65	.794	.323
7	-2.13±2.41	-3.09±1.64	-3.54±1.36	.868	.569
8	-3.09±2.29	-4.01±1.51	-4.59±1.19	.895	.789
9	-4.10±2.19	-4.94±1.47	-5.57±1.17	.845	.885
10	-4.74±2.18	-5.80±1.47	-6.54±1.23	1.064	1.027
11	-6.21±2.16	-6.64±1.57	-7.43±1.37	.425	.995
12	-7.26±2.11	-7.46±1.73	-8.30±1.53	.194	.965
13	-8.24±2.09	-8.24±1.97	-9.17±1.71	.000	.940
14	-9.20±1.95	-8.99±2.25	-9.99±1.88	-.190	.903
15	-9.94±1.98	-9.73±2.58	-10.80±2.04	-.174	.861
16	-10.87±1.45	-10.46±2.94	-11.56±2.18	-.335	.795
17	-11.60±1.34	-11.14±3.32	-12.30±2.45	-.338	.742
18	-12.26±1.65	-11.83±3.76	-13.00±2.90	-.276	.653
19	-12.81±2.42	-12.53±4.29	-13.66±3.63	-.154	.531
20	-13.29±3.51	-13.17±4.82	-14.29±4.55	-.051	.445
21	-13.71±4.81	-13.83±5.45	-14.86±5.70	.042	.345

\* : p &lt; .05

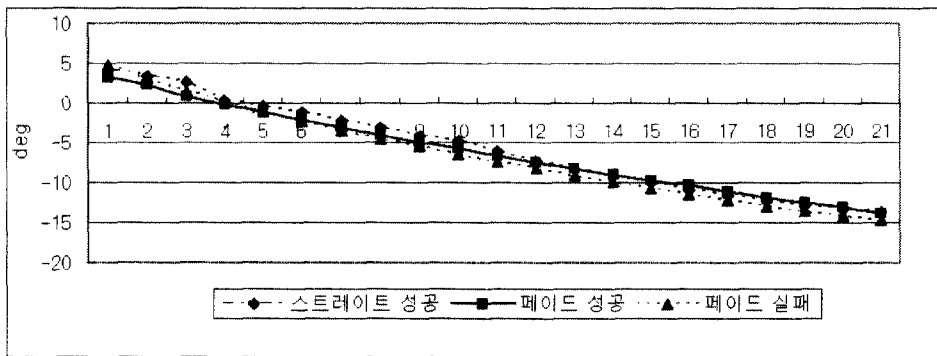


그림 4. 구질의 변화에 따른 왼쪽 고관절 수평각의 변화형태

그러나 페이드 성공과 실패에서 성공시 보다 실패시에 고관절의 수평각도가 조금씩 높게 나타나 있는 것으로 보아 고관절의 회전동작에서 스웨이 현상이 발생하여 고관절의 각도가 높아져서 임팩트시 성공때 보다 클럽헤드가 더 많이 오픈되어 정확한 페이드 구질이 실패한 것으로 보이고, 왼쪽 고관절의 높이의 차가 볼의 구질에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

5. 고관절의 회전각

고관절의 회전각도는 표 6과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 5과 같이 나타났다.

표 6. 구질의 결과에 따른 고관절 회전각의 차이

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I - II	II - III
1	13.16±10.84	10.04± 6.43	13.83±13.32	.654	-.677
2	9.89± 9.31	8.40± 4.55	10.44± 9.71	.379	-.504
3	6.71± 8.77	6.63± 4.80	7.11± 7.97	.023	-.138
4	3.63± 9.00	4.79± 6.24	3.89± 8.02	-.280	.234
5	.66± 9.67	-1.10± 8.51	.77± 8.99	.361	-.400
6	-2.27±10.51	-3.60± 9.08	-2.31±10.09	.253	-.251
7	-5.09±11.30	-6.36± 9.55	-5.31±11.03	.227	-.189
8	-7.86±11.97	-9.34± 9.94	-8.23±11.70	.253	-.192
9	-10.59±12.53	-12.46±10.22	-11.13±12.09	.306	-.222
10	-13.29±12.96	-15.64±10.38	-13.94±12.30	.376	-.279
11	-15.96±13.27	-18.89±10.51	-16.74±12.36	-.974	.991
12	-18.53±13.46	-22.59±11.34	-19.50±12.23	.610	-.490
13	-21.13±13.64	-25.69±11.41	-22.19±12.08	.678	-.557
14	-23.64±13.75	-28.67±11.43	-24.81±11.93	.744	-.618
15	-26.11±13.86	-31.47±11.50	-27.30±11.86	.787	-.668
16	-28.50±14.00	-34.11±11.46	-29.64±11.96	.821	-.714
17	-30.80±14.25	-36.49±11.42	-31.87±12.33	.824	-.726
18	-32.94±14.59	-38.59±11.38	-33.91±12.99	.807	-.716
19	-34.97±15.07	-40.44±11.24	-35.76±13.94	.770	-.692
20	-36.79±15.69	-42.03±11.13	-37.34±15.17	.721	-.659
21	-38.43±16.39	-43.11±10.83	-38.66±16.60	.631	-.595

\* : p < .05

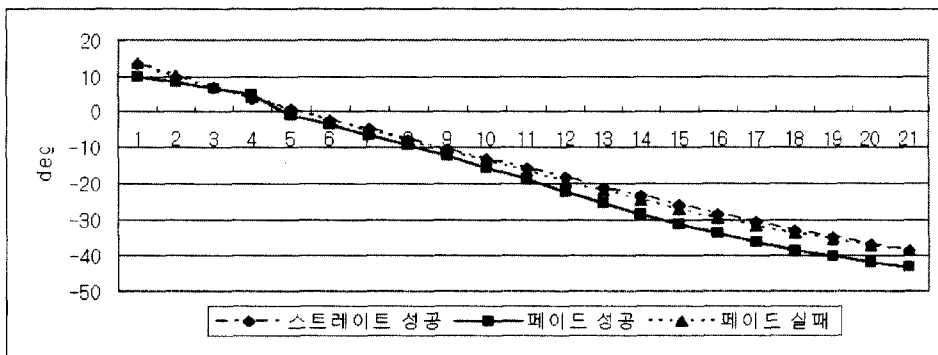


그림 5. 구질의 변화에 따른 고관절 회전각의 변화형태

표 6에 의하면 1극면에 있어서 스트레이트 성공과 페이드 성공시 고관절 회전각도에 대한 차이를

분석한 결과 전 프레임에서 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 페이드 성공과 실패시의 분석 결과도 모든 프레임에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다.( $p < .05$ )

윤승영(1998)는 임팩트시 고관절의 회전각이 평균  $-18.47$ 도로 나타났다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 스트레이트 성공시 임팩트 프레임에서  $-21.13$ 도, 페이드 성공시  $-25.69$ 도, 페이드 실패시  $-22.19$ 도로 나타났다.

페이드 성공시에는 스트레이트 성공시 보다 한프레임 먼저 -각도로 회전하고 있다. <그림 5>에 나타난 바와 같이 스트레이트 성공시 보다 페이드 성공시에 고관절의 회전각도가 점진적으로 일정하게 각이 커지는 것을 볼 수 있다. 이는 고관절의 회전을 더 크게하여 지연히팅을 보다 자연스럽게 하기 위한 동작으로 사료된다.

## 6. 상체 전경각

상체 전경각도는 표 7과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 6과 같이 나타났다.

표 7. 구질의 결과에 따른 상체전경각각의 차이

frm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I-II	II-III
1	127.49±10.20	122.91±11.01	127.04± 7.07	.806	-.835
2	127.26± 8.84	123.59± 8.95	127.01± 6.09	.772	-.838
3	127.51± 8.46	124.43± 7.49	127.37± 5.51	.723	-.837
4	128.26± 8.69	125.51± 6.58	128.17± 5.18	.666	-.840
5	129.44± 9.26	126.84± 6.08	129.34± 5.06	.621	-.836
6	130.99± 9.82	128.30± 5.84	130.83± 5.00	.622	-.871
7	132.84±10.31	129.97± 5.80	132.54± 4.97	.642	-.890
8	134.90±10.65	131.79± 5.84	134.47± 5.00	.679	-.924
9	137.09±10.84	133.73± 5.90	136.53± 5.01	.720	-.957
10	139.29±10.86	135.71± 6.00	138.59± 5.05	.761	-.969
11	141.53±10.72	137.74± 6.09	140.67± 5.11	.812	-.974
12	143.61±10.47	139.74± 6.15	142.70± 5.16	.844	-.974
13	145.57±10.07	141.70± 6.18	144.56± 5.25	.867	-.932
14	147.27± 9.63	143.56± 6.16	146.31± 5.30	.860	-.898
15	148.81± 9.09	145.30± 6.13	147.89± 5.38	.848	-.839
16	150.01± 8.53	146.84± 6.06	149.26± 5.45	.802	-.784
17	150.96± 7.99	148.21± 6.00	150.47± 5.51	.727	-.733
18	151.64± 7.51	149.39± 5.85	151.49± 5.59	.628	-.687
19	152.09± 7.13	150.36± 5.75	152.31± 5.67	.499	-.641
20	152.27± 6.91	151.11± 5.69	152.97± 5.75	.342	-.608
21	152.29± 6.93	151.67± 5.76	153.53± 5.85	.180	-.599

\* :  $p < .05$

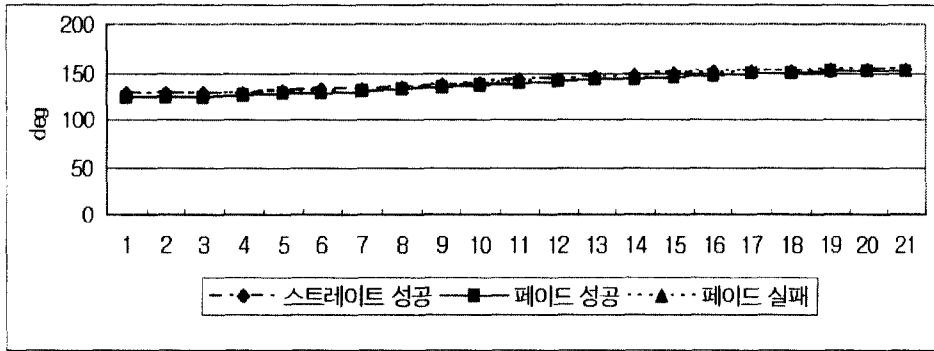


그림 6. 구질의 변화에 따른 상체전경각의 변화형태

표 7에 의하면 스트레이트 와 페이드 성공시 상체 전경각도에 대한 분석 결과 전 프레임에서 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

페이드 성공과 실패에 대한 상체 전경각도의 차이에서도 전 프레임에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 그러나 스트레이트 성공시 보다. 페이드 성공시에 상체 전경각도가 전 프레임에서 낮은 각도를 보이고있다. ALBA21(2002. 4) 페이드를 구사하기 위해서는 임팩트 존에서 볼을 꺾어 쳐야하는데 그를 위해서는 어드레스시 상체의 각도를 최대한 낮게 유지하고, 오른쪽 팔꿈치를 몸에 밀착시켜 볼을 꺾어 침으로써 페이드를 구사할 수 있다고 하였다. 이는 본 연구 결과 와도 일치한다. 페이드 볼 구사시 임팩트 존에서 클럽의 페이스가 닫히는것과 팔의 자연스러운 롤링 동작을 억제시키기 위한 동작이라 사료 된다.

### 7. 왼쪽 슬관절의 회외각

왼쪽 슬관절의 회외각도는 표 8과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 7과 같이 나타났다.

표 8의하면 스트레이트 성공과 페이드 성공시 왼 슬관절의 회외각도에 대한 차이를 분석한 결과 전프레임에서 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 페이드 성공과 실패시 에서도 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 페이드 성공시에는 스트레이트 성공 보다 슬관절의 회외각도가 작아져서 고관절의 회전각도가 커지므로 클럽헤드가 오픈되는 시간을 길어지게 하여 페이드 성공 확률을 높이는 것으로 사료된다.

Leadbetter(1995)는 “무릎의 각도는 스윙의 전구간에서 일정하게 유지하도록 하는 것이 좋다, 이는 다운스윙 때 볼에 강력한 힘을 전달 할 수 있기 때문이다” 라고 밝히고 있다. 본 연구에서는 통계상 유의한 차이는 없으나, 일정한 슬관절의 각도를 유지하는 것을 보이고 있다.

표 8. 구질의 변화에 따른 왼쪽 슬관절의 회외관

fm #	스트레이트 성공 (I)	페이드 성공 (II)	페이드 실패 (III)	t-test	
				I-II	II-III
1	34.41±31.76	27.36±20.80	37.60±21.05	.492	-.916
2	35.86±26.48	29.43±18.49	37.86±18.49	.527	-.853
3	37.39±22.53	31.44±16.67	38.30±16.33	.561	-.777
4	39.00±19.75	33.34±15.32	38.87±14.53	.599	-.693
5	40.57±17.96	35.11±14.32	39.63±13.15	.628	-.614
6	42.10±16.94	36.73±13.54	40.46±12.11	.655	-.543
7	43.46±16.34	38.14±12.94	41.34±11.41	.675	-.491
8	44.73±15.99	39.44±12.42	42.31±10.92	.691	-.459
9	45.81±15.71	40.56±11.98	43.29±10.70	.704	-.449
10	46.73±15.41	41.51±11.61	44.23±10.56	.715	-.458
11	47.41±15.05	42.33±11.29	45.13±10.59	.715	-.478
12	47.96±14.72	43.01±11.14	45.93±10.70	.709	-.499
13	48.29±14.45	43.60±11.11	46.69±10.86	.680	-.525
14	48.54±14.45	44.09±11.36	47.34±11.11	.642	-.543
15	48.74±14.67	44.51±12.00	47.90±11.39	.590	-.541
16	48.91±15.31	44.90±13.11	48.34±11.73	.527	-.518
17	49.21±16.40	45.20±14.84	48.71±12.09	.480	-.486
18	49.61±17.93	45.53±17.10	48.99±12.46	.436	-.432
19	50.19±19.81	45.83±19.94	49.20±12.92	.410	-.375
20	51.00±22.03	46.13±23.22	49.34±13.37	.403	-.317
21	52.01±24.48	46.40±26.86	49.47±13.89	.409	-.269

\* : p < .05

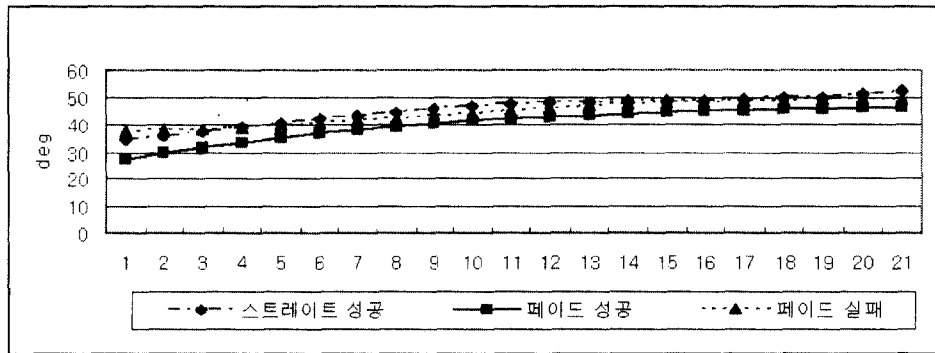


그림 7. 구질의 변화에 따른 왼쪽 슬관절의 회외각도의 변화형태

이는 슬관절의 회외각도를 안정된 자세로 골프스윙을 할 때 스트레이트 와 페이드 구질에 영향을 미치고 있다고 사료된다.



## IV. 결 론

본 연구는 프로골퍼로 경력 3년 이상의 남자 선수 7명을 대상으로 스트레이트 성공, 페이드 성공과 실패로 구분하여 골프 스윙의 운동학적 변인들을 과학적으로 제시하기 위해 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 페이드 성공시에는 임팩트를 지나서도 계속 손목의 각도가 근소한 차이로 줄어드는 것으로 나타났고 실패시에는 각 프레임의 각도가 규칙적으로 변하지 않게 나타났다. 이는 스트레이트 성공과 페이드 성공에 대한 손목각도의 차이가 영향을 미치는 것으로 나타나 다른 요인과 손목각도와의 관계를 분석하는 것이 필요하다고 하겠다.
- 2) 페이드 성공시에는 스트레이트 성공보다 몸통의 비틀림 각도가 커지므로 클럽헤드가 오픈 되는 시간이 길어지는 것으로 나타났고, 임팩트 시점에서는 축을 유지하고 몸통이 어드레스의 위치로 돌아오면서 비틀림각도가 작게 나타났다. 또한 페이드 실패의 경우는 임팩트시의 몸통 비틀림각도가 성공때 보다 작아지면서 클럽헤드가 오픈되지 못한 것으로 나타났다.
- 3) 골프스윙의 형태의 변화로 인하여 어깨관절의 회전력을 더 많이 사용하여 파워를 증진시키기 위한 동작이며, 골프 스윙에서 어깨회전 운동은 축을 중심으로 회전하기 때문에 어깨회전각도의 차이는 없는 것으로 나타났다.
- 4) 고관절의 회전동작에서 스웨이 현상이 발생하여 고관절의 각도가 높아져서 임팩트시 성공때 보다 클럽헤드가 더 많이 오픈되어 정확한 페이드 구질이 실패하여, 왼쪽 고관절의 높이의 차가 볼의 구질에 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 5) 스트레이트 성공시 보다 페이드 성공시에 고관절의 회전각도가 점진적으로 일정하게 각이 커졌다. 이는 고관절의 회전을 더 크게 하여 지연히팅을 보다 자연스럽게 한 것으로 나타났다.
- 6) 페이드 볼 구사시 임팩트 존에서 클럽의 페이스가 닫히는 것과 팔의 자연스러운 롤링 동작을 억제시키는 것으로 나타났다.
- 7) 페이드 성공시에는 스트레이트 성공 보다 슬관절의 회외각도가 작아져서 고관절의 회전각도가 커지므로 클럽헤드가 오픈되는 시간을 길어지게 하여 페이드 성공 확률을 높이는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 구질 변화에 따른 골프 스윙 동작을 스트레이트 성공, 페이드 성공과 실패시로 구분하여 운동학적 변인들을 3차원 동작 분석을 통하여 경기력 향상에 도움이 되고자 하였으며 앞으로 많은 연구자들이 각 종목에 있어서 경기력 향상을 위한 역학적인 분석이 계속 진행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강봉한(1991). 3분절 개연쇄 골프스윙동작의 3차원 분절운동에 관한 생체역학적 연구. 한양대학교 박사학위 논문.
- 김무영(1998). 우수골퍼와 초보자의 스윙동작에 관한 3차원 영상분석. 한국운동역학회지 8(1), pp.127-154
- 유재청(1991). 골프 스윙시 신체 분절의 기여도 및 지면 반력에 관한연구. 국민대학교 박사학위 논문.
- 윤재백(1992). 골프 스윙시 숙련자와 비숙련자 간의 운동학적 변인 비교 연구. 경기대학교 박사학위 논문.
- 임태상(1996). 골프 드라이버와 아이언 스윙 동작의 운동학적 변인 비교 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
- 이기태, 강민식(1997). 골프스윙동작의 운동역학적 코우칭 모델. 한국 운동역학회지 7(1), pp.19-34.
- 조수현(1990). 골프스윙의 운동학적 분석. 건국대학교 석사학위 논문.
- 황인승 외 3인(1990). 골프스윙의 운동학적 분석. 체육과학논총. 1(4).
- Cambell, K. R. & Reid, R. E.(1985). The application of optimal control theory to simplified model of complex human motion : The golf swing, *Biomechanics*, 5B, pp.527-532
- Carlsoo, S.(1967). A Kinetic analysis of the golf swing, *Journal of sports medicine*, 7, pp.66-72
- Cochran, A. & J, stoobbs(1968). The search for the perfect swing, J. B. Lippincott, Philadelphia.
- Hay, J.G.(1985). The Biomechanics of Sports Techniques. Englewood Cliffs, New Jersey : prentice-Hall Inc.
- Jorgensen, T.(1970). On the dynamics of the swing of a golf club, *American Journal of Physis*, 38(5), pp.644-651
- Milburn, P. D.(1982). Summation of segmental velocities in the golf swing, *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), pp.60-64
- Neal, R. T. & B. D, Wilson.(1985). 3-D Kinematics and kinetics of the golf swing, *IJSB*, 1, pp.221-232
- Williams, D. L.(1967). The dynamic of the golf swing, *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 20(2), pp.247-264
- Vaughan, C. L.(1981). A Three-dimensional analysis of the forces and torque applied by a golfer during the downswing, *Biomechanics*, 7B, pp.325-331

## ABSTRACT

### Biomechanics analysis by golf drive swing pattern

Sung-Jin Choi<sup>\*</sup> · Jong-Jin Park<sup>\*\*</sup> · Dong-Ho Yang<sup>\*\*\*</sup>

This study divided straight success, pade success and failure with 7male golfers who have experiences more than 3 years, analyzed kinematic factors of golf swing to suggest scientifically. The conclusions were follows.

- 1) The wrist angle has significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.
- 2) The body twist angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.
- 3) The shoulder joint rotation angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.
- 4) The left hip joint vertical angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.
- 5) The hip joint rotation angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.

---

*Received in final form 8 November 2002*

\* Corresponding author Instructor, Dept. of Physical Education Kyung Sung University 110-1, Daeyeon-dong Nam-gu, Busan, 608-736 Korea

E-mail : choi4961@yahoo.co.kr, 011-886-3296

\*\* Professor Dept. of Physical Education Kyung Sung University 110-1, Daeyeon-dong Nam-gu, Busan, 608-736 Korea

\*\*\* Graduate Student Dept. of Physical Education Kyung Sung University 110-1, Daeyeon-dong Nam-gu, Busan, 608-736 Korea

- 6) The trunk angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.
- 7 )The left knee joint angle has no significant difference in straight success ,pade success and failure when swing of every pattern. There is no significant difference in pade success and failure.

This study divided golf swing motion of pattern change in straight success, pade success and failure and analyzed the kinematic factors by 3-dimension cinematography to improve performance

In the future, many researchers have to study kinematic analysis to improve performance in every events.

*key words : Golf, Drive Club, Motion Analysis*