

# 골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석

## - 1번 드라이브를 중심으로 -

김철원<sup>1)</sup> · 오만원<sup>2)</sup> · 류재청<sup>3)</sup>

### - 목 차 -

#### ABSTRACT

##### I. 서론

1. 연구필요성 및 목적

##### II. 연구방법

1. 피험자
2. 실험절차 및 장비
3. 분석변인 및 자료처리
4. 통계처리

##### III. 연구결과 및 논의

1. 체력변인
2. 시간변인
3. 신체중심변인
4. 신체분절의 각위
5. 변인상호간의 관계

##### IV. 결론

참고문헌

## Factor Analysis influencing ball flight-distance in golfswing

### - Focused on 1st driver -

Kim, Chul-Won · Oh, Man-Won · Ryu, Che-Chung

### ABSTRACT

The purpose of the study was to investigate factors influencing ball flight distance in 1st golf driving, and utilize the available training data investigated.

The experimental method for the purpose was cinematography with 2 camera equipped front direction(#1 camera) and rear direction(#2 camera) using air-ballon synchronization method.

#### 1. physical fitness

The characteristics of physical fitness was classified 2group, one(OMW, KJI) was superior power, muscular strength, normal blood pressure, the other(LHJ, LHJ) was not.

#### 2. Temporal

The elapsed total time from address to full followthrough in all subjects was mean 0.321 sec., 3 phases centering on impact was elapsed  $0.132 \pm 0.00\text{sec}(7.29\%)$ ,  $0.151 \pm 0.032\text{sec}(7.87\%)$ ,  $0.183 \pm 0.057\text{sec}(10.67\%)$  in order of OMW, LHJ, KJI, KJH. The acceleration analysed was transferred with adequately suited timing to ball momentum obtained during

1) 제주대학교 체육학과 교수

2) 제주대학교 체육학과 교수

3) 제주대학교 체육학과 조교수

downswing in OMW, decelerated centering impact the acceleration obtained during downswing, and the other 2 subjects was mid-level timing of the former 2 subjects.

3. The horizontal displacement of COG was rear direction from address to backtopswing and front direction from topswing to followthrough. On considering COG displacement in rear or front, the most stable driving was in order OMW, KJH, KJI, LHJ.

4. The cocking range of forearm-shift angle, topswing was in order OMW, KJI, KJH, LHJ, continuing followthrough was performed to ball flight direction on condition of uncocking from impact to followthrough in OMW, the others pulled instantly in just later impact.

The shoulder-trunk mean angle was  $136 \pm 3.94$ deg. in topswing,  $18.65 \pm 3.10$ deg. in just before impact,  $143.00 \pm 20.04$ deg. in followthrough. considering the resulting, OMW showed the smaller degree, but the larger trunk twist to vertical axis while LHJ, KJH showed the contrast phenomenon.

The trunk-thigh mean angle was  $167.20 \pm 19.80$ deg., characteristics analysed divided into overextended( $186 \pm 2.16$ deg.) in OMW, overflexed( $141 \pm 19.49$ deg) in LHJ and elbow flexion was mean  $126.85 \pm 21.96$ deg, the range was in order of OMW, LHJ, KJI, KJH.in topswing and  $64.60 \pm 10.87$  deg in followthrough, the, elbow flexion range was the largest but the smallest in shaft-forearm incline in OMW while shaft-forearm incline was largest but largest flexion in LHJ.

5. Trunk Incline to vertical axis showed flexible followthrough in 25.20cm, 28.40cm of OMW, LHJ, but the others almost was not.

6. The rather high relation with muscular strength and Power factor showed rather high, and negative relation( $r=-.92$ ) with elbow flexion, with trunk incline( $r=.84$ ) in followthrough in correlation between ball flight distance and variables related with driving.

## 1. 서 론

### 1. 연구 필요성 및 목적

골프 크럽에서 1번 드라이브의 용도는 신체분절의 연속적이고, 질서 있는 동작으로 인해 발생한 운동량이 타이밍에 맞게 신체 각 분절을 통해 크럽헤드로 전이가 되어 볼의 최대 비행거리를 내는 데 있다.

충분한 스윙운동으로 이루어진 드라이브는 신체분절과 크럽헤드가 상호 보완적 회전운동으로 인한 운동에너지를 볼에 가능한 한 많이 전달하기 위해서는 크럽과 신체 각 분절들간의 협응 동작과 임팩트 국면에서 방향의 정확성, 볼의 투사각도 및 타이밍이 요구된다.

이를 위해서는 스윙시 신체 중심과 헤드의 병진운동 및 회전운동이 적절한 조화를 이루도록 하고, 신체분절 및 크럽샤프트가 편으로 연결된 하나의 지레로 간주하여 헤드가 타원형의 호를

그리도록 해야 한다.

다운스윙시 신체 중심은 후방에서 전방으로 체중을 이동시키므로 서 다소간의 선운동을 한다. 이 신체 중심의 선운동과 샤프트의 각운동에 의한 헤드의 선운동이 적절히 타이밍을 이룰 때 주동근의 강력한 수축작용으로 볼의 중심에 더 큰 운동량을 전달할 수 있다.

또한 임팩트 순간 볼에 대해 크럽헤드가 가능한 한 많은 운동량을 전달하기 위해서는 어드레스에서 부터 임팩트시 까지 하퇴, 대퇴, 동체, 팔이 연속적으로 질서있게 움직임이 발생하도록 하고, 이로 인해 분절 상호간에 유연성과 타이밍을 잘 이룰 수 있고, 스윙시 누적되는 샤프트의 탄성에너지를 적절히 이용할 수 있다. 그러나 지면반력, 크럽샤프트 등의 힘의 안배 정도에 비례하여 탄성에너지의 이용률은 많아지지만 잘못하면 부정확한 임팩트를 낼 우려가 있으므로 숙련 정도에 따라서 샤프트의 탄성도를 선별하여야 할 필요가 있다.

한편 스윙의 기전은 백스윙이나 다운 스윙은 모두 어깨-팔-손과 크럽의 회전운동으로 구성되며 각각 다른 축을 중심으로 하여 회전하는 제3종 지레로 생각할 수 있다. 크럽의 지레는 손을 지나는 축을 중심으로 회전하고, 어깨-팔-손의 지레는 수평면에 대해 약간 경사가 진 채로 가슴을 지나는 축을 중심으로 각각 회전한다.(Hay,1985)

다운 스윙은 엉덩이를 볼 비행 방향으로 약간 움직이면서 시작하여 지레를 움직이는 데, 이 때 특히 1번 드라이빙에서는 대퇴, 엉덩이, 동체로부터 나온 파워가 대부분 활용된다.(Hay,1985) 신체중심이 비행 방향으로 이동하는 동안 중간다운 스윙기를 맞게 되는 데, 이 때 헤드의 속도는 왼팔이 수평에 가까이 될 때까지 급속히 증가를 하며, 이 영향으로 인해 헤드에 원심력(centripetal component)과 접선력(Tangential component)의 두 힘이 발생한다. 원심력은 어깨-팔-손 지레의 회전축에서 작용하여, 크럽헤드의 원호운동을 억제하는 역할을 하고, 접선력은 크럽 손잡이 진행방향의 접선방향으로 작용을 한다. 이 성분으로 그립과 크럽이 접선 성분이 작용하는 방향으로 가속되면서 원심력과 반대 방향의 각운동을 촉진시킨다.

이 두요인의 합성력의 효과는 크럽의 원운동을 원활히 하게 하고, 그립과 크럽간에 짝힘(couple force)을 발생시킨다.(Williams,1967). 이러한 짝힘의 역할에 대해 Williams(1967)는 헤드의 속도에 전혀 영향을 주지 못하는 것으로 단정을 지은 반면 Cochran과 Stobb(1968)는 헤드의 속도를 위해서 이러한 손목의 힘을 주어 짝힘을 발생 시켜야 한다고 보고했다.

지금까지 골프스윙에 대한 주요 국외 연구는 영상분석기법에 의한 운동학적 및 운동역학적인 측면에서 William(1967), Cochran 과 Stobbs(1968), Jorgensen(1970), Lamps(1975), Nagao와 Sawada(1977), Vaughan(1981), Budney 와 Bellow(1982), Milburn(1982), Neal 과Williams (1985), 국내 연구로서는 황(1991), 류(1992,94), 및 윤(1993)이 거의 대부분을 차지하고 있다.

지면반력과 관련한 전후, 좌우 및 수직축에 대한 체중 이동양상에 대한 스윙시 체중 이동의 패턴과 각 국면에 따른 충격량과 힘의 변화를 분석하고, 수직축에 대한 모멘트의 변화양상에 대한 연구(Richard et al,1985; Williams와 Cavanagh,1983; Carlsoo, 1968 ; 류 등, 1994) 등을 들 수 있다.

이러한 선행 연구 중 대표적인 연구의 보고 결과로서 Plagenhoef(1983)는 80명의 프로선수를 대상으로 드라이브 동작을 분석한 결과, 어드레스에서 톱스윙까지 도달하는 시간은 0.84초가

## 골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

소요되었고, 다운스윙에서 임팩트까지 0.4에서 0.6초에 달했고, 백스윙에 대한 다운 스윙의 소요 시간의 비율은 25%에서 60%의 범위를 보였다고 보고했다.

Milburn(1982)는 4명의 대학 선수를 대상으로 연구한 다운 스윙의 소요시간은 평균 0.23초, Daish(1972)의 0.20초, Cochran 과 Stobbs(1968)의 0.23-0.25초 및 Neal 과 Wilson(1985)의 0.21초로 각각 나타났다.

Cochran 과 Stobbs(1968)는 우수 골프 선수를 대상으로 연구를 한 결과 헤드가 톱스윙 지점에 도달하기 전 0.1초 지점에서 전방으로 움직이기 시작했다고 했고, 이러한 히프의 전방으로의 움직임은 신체 여러 근육의 협응에 의해 가능하며, 다운 스윙 후반에 엉덩이와 하지의 근육이 발휘하는 힘은 골프 드라이브 중에서 발생하는 총 3-4마력중 60%에 해당되며(Hay,1985), 이러한 하지, 엉덩이 및 동체의 근육이 발휘하는 힘은 드라이브시 나오는 힘의 원천이 된다고 보고했다.

Budney 와 Bellow(1982)는 어깨, 팔, 손, 크럽 상호간의 위치는 엉덩이가 전방으로 이동될 때는 변하지 않지만 좌측팔이 거의 수평위치에 도달할 때, 즉 다운스윙의 첫 단계가 끝날 때 크럽샤프트와 좌측팔 사이의 각도가 60-70도 정도일 때부터 팔, 어깨, 손, 크럽 상호간의 스피드는 증가하기 시작한다. 바로 이 지점에서부터 손은 일정한 스피드로 원호를 이루면서 계속 움직이게 된다. 반면 좌측 팔과 크럽샤프트가 직선으로 퍼질 때 크럽헤드의 스피드는 극적으로 증가하여, 볼에 최대의 운동량을 전달하므로써 볼의 비행거리를 크게 할 수 있다고 보고하였다.

이러한 선행연구의 결과를 미루어 볼 때 볼의 비행거리를 길게하기 위해서는 우선 정확성을 겸비한 타이밍과 신체분절과 크럽간의 상호협동동작으로 인한 최대의 운동량을 볼에 전달하는 것으로 요약 할 수 있으며, 이를 위해서는 우선 신체중심의 이동, 백스윙 및 다운스윙에서 각 국면별 소요시간, 각도와 동체의 회전운동, 및 개인의 체력상태 등의 요인들이 매우 중요한 변인임을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 1번 드라이브 스윙시 1차적으로 백스윙에서 윗로스윙 동작까지 국내 우수선수를 대상으로 분석한 결과를 선행연구의 결과와 상호 비교함과 동시에 장거리를 내기 위한 요인이 무엇인지 규명하는 목적으로 그 내용은 다음과 같다. 1) 체력 특성을 비교 분석한다. 2) 시간변인을 비교 분석한다. 3) 신체중심변인을 비교 분석한다. 4) 신체각위를 국면별 분석한다. 5) 변인 상호간의 관계를 규명한다.

## II. 연구방법

### 1. 피험자

본 연구에 참가한 피실험자는 모두 4명의 남자로서, 핸디의 수준에 따라서 모두 우수골퍼로 알려졌고, 선행연구 결과와 비교대상이 될 수 있는 수준의 우수한 피험자로 구성하였다. 이들의 신체적 특성 및 경력은 <Table - 1>과 같이 평균 신장이 173.50cm, 평균 체중 74kg, 경력 평균 9년, 볼의 최대 비행거리는 평균 267.50m로서 우수한 골퍼에 속하는 피험자들로 구성하였다. 이들의 타법은 각 2명씩 플랫스윙과 업라이트 스윙으로 구분되었다.

<Table - 1> Physical fitness and physique Characteristics of all subjects

Subj	Standing height (cm)	Body weight (kg)	Sex (M, F)	Age (yr.)	Carers (yr.)	Max. flight distance (m)	Swing types
OMW	171	80	M	50	15	270	flat
LHJ	172	72	M	20	10	270	upright
KJH	173	73	M	21	8	270	flat
KJI	178	73	M	25	3	260	upright
M	173.50	74.50		29.00	9.00	267.50	
SD	3.10	3.69		14.16	4.96	5.00	

## 2. 실험절차 및 장비

1번 드라이브 스윙시 카메라를 전방(변인 분석용)과 후방(동체의 회전각 분석용)에 각각 카메라를 직교하도록 설치하고, 피사체로부터 각각 카메라의 거리는 10m를 유지한 채 각 카메라 중의 높이는 지면으로부터 각각 1.2m로 설치하였다. 두 카메라의 동기(synchronization)방법은 백스윙 직전에 두 카메라로부터 촬영이 되는 위치에서 고무풍선을 터트리는 방법을 사용하였다. 촬영 이전 실물의 크기를 환산하기 위해 1m짜리 기준척도를 먼저 촬영하였다.

한편 신체 각 분절의 관절 점에 표식 점을 부착으로 디지털화시 관절점의 좌표를 얻는 데 이용하였다. 관절점은 손목, 팔목, 어깨, 허벅지, 무릎관절 및 발목에 각각 흰색 테이프로 표시하였다. 매 피험자 마다 스윙 연습을 충분히 한 다음 본 실험에 임한 후 매 트라이얼 마다 성공여부는 평소 자신이 최대로 날렸던 비거리가 될 때를 기준으로 판단하였고, 각 피험자마다 성공적인 스윙이 5회가 될 때 까지 반복하였다.

실험에 사용한 카메라는 삼성 Normal Video로 초당 30프레임으로 촬영된 필름을 60프레임으로 분석하였고, 실험 전에 각 피험자에 대해 체력 및 체격 변인의 측정에서 배근력 및 각근력은 배근력 측정기(Takei사, 일본), 체격변인으로 신장, 체중측정기(Takei사, 일본), 자동혈압측정기(National 松下電工), 악력기(Takei사, 일본)을 각각 사용하여 측정하였다.

## 3. 분석변인 및 자료처리

분석변인은 본 연구의 목적에 맞게 1차적으로 각 국면마다의 시간변인과 신체위치 및 분절간의 각도, 및 동체의 회전운동, 신체중심의 운동, 체력 및 체격 변인만을 분석대상으로 했으며, 각 변인의 분석 국면은 백스윙시작-중간백스윙- 톱스윙-다운스윙시작-중간다운스윙- 임팩트-중간휠로스윙-풀휠로스윙 동작국면까지로 설정하였다.

자료 처리는 삼성 Normal Video로 초당 30프레임으로 촬영된 것을 60프레임으로 분석하여, 촬영된 필름은 Jog Shuttle(삼성)을 이용하여 매 프레임마다 전방 카메라로부터 나온 좌표값 X, Y 축에 대해 각각의 카메라에 대해 신체 각 분절에 대해 좌표화 시켰다. 좌표화된 원자료는

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

자체 작성한 GYM.BAS로 필요한 자료를 처리 및 분석하였다. 수치화 된 원자료를 이용하여 변인을 산출하기 전 인위적인 오차와 시스템오차를 최소화 하기 위해 2차 Butterworth digital filtering을 하였고, Cut-off frequency는 5Hz에서 차단시켰다.

변인 산출과정에서 신체 각 분절의 신체중심은 불변하는 것으로 간주하였고, 각 분절 중심 및 매개변수는 Hanavan(1967)의 인체측정 자료를 활용하였다.

4. 통계처리

분석되어 나온 자료를 가지고, 볼의 최대 비행거리에 미치는 변인을 규명하기 위해 개인별 평균 및 편차를 구하고, 볼의 최고 비행거리에 대한 체격, 체력, 및 분석변인간의 상관관계를 분석하기 위해 Parson 상관계수를 통계패키지인 SAS를 이용하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 체력변인

체력변인의 경우 골프 드라이빙에서 절대적으로 영향을 미치는 신체부위인 동체, 허프, 및 대퇴와 하퇴의 근력요인, 파워요인을 측정하였고(Ibid 1988), 혈압은 수축기 및 이완기와 분당 심박수를 각각 측정한 결과는 <Table - 2>와 같다.

<Table - 2> Physical fitness(grip, back muscular, lower leg and blood pressure of all subjects

P.F. subj	Strength(Kg)				Power(cm) sergent jump	Blood Pressure		Heart rate (beats/mim)
	back m.	grip	lower L.			systolic	diastolic	
	(L	.R)				(mmHg)		
OMW	154	47	55	171	47	134	91	82
LHJ	125	39	34	103	54	140	100	81
KJH	125	34	41	102	52	141	92	80
KJI	167	54	63	159	58	134	91	82
M	142.75	43.50	48.25	133.75	52.75	137.25	93.50	81.25
SD	21.17	8.81	13.14	36.41	4.57	3.77	4.35	0.95

근력의 요인에서 동체의 척주를 기립자세로 유지 해주는 근육인 척추기립근의 경우 평균 142.75±21.17kg으로 피험자 OMW과 KJI의 경우가 다른 2명의 피험자에 비해 월등히 강한 것으로 나타났다. 역시 크립의 그립을 직접 잡는 악력의 경우 4명의 평균은 왼쪽이 43.50±8.81kg, 오른쪽이 48.25±13.14kg으로 각각 나타난 바, 왼쪽보다는 오른쪽이 모든 피험자에서 더

강한 근력을 보였다.

스윙 동안 체중을 안정되게 지탱해 주는 각근력의 경우 평균  $133.75 \pm 36.41\text{kg}$ 으로 나타났으며, 이중 피험자 OMW과 KJI의 경우가 다른 2명의 피험자에 비해 훨씬 더 큰 각근력을 보였다.

파워의 경우 씨전트 점프를 실시한 결과 평균  $52.75 \pm 4.57\text{cm}$ 였고, 피험자 KJI이외 다른 3명의 경우는 큰 차이를 보이지 않았고,

혈압의 경우 평균 수축기혈압이  $137.25 \pm 3.77\text{mmHg}$ , 이완기 혈압이 평균  $93.50 \pm 4.35\text{mmHg}$ 로 나타났으며, 이중 피험자 OMW과 KJI의 경우를 제외하면 다소 높은 상태로 나타났고, 심박수의 경우는 정상적으로 유지하고 있는 것으로 나타났다.

체력특성을 요약하면 순발력 역시 OMW의 경우 다른 피험자와 연령이 28세 차이임에도 불구하고, 강한 순발력을 가진 피험자로 볼 때, 순발력, 근력, 정상적 혈압을 소유한 OMW, KJI의 경우와 이와 반대의 경우 LHJ, KJH로 분별할 수 있다.

## 2. 시간변인

어드레스 국면에서 휘로스루국면까지 소요된 시간과, 각 피험자마다 5회씩 성공적 트라이얼에 대한 평균 및 편차, 각 국면에 대한 소요시간의 비교가 용이하도록 백분율로 환산하여 나타낸 결과는 <Table - 3>과 같다.

표에서 5명 전체 요약을 보면 어드레스에서 휘로스루까지 소요된 전체 시간은 1.926초로 나타났고, 이중 톱스윙에서 중간 휘로스루까지 시간의 경과가 급속히 이루어 졌다. 즉 다른 국면보다 중간다운스윙에서 임팩트 직전까지 평균  $0.049 \pm 0.012\text{초}$ (2.54%), 임팩트 직전에서 임팩트 직후까지 평균  $0.036 \pm 0.003\text{초}$ (1.86%), 임팩트 직후부터 중간휘로 스루까지 평균  $0.072 \pm 0.008\text{초}$ (3.73%)로 각각 나타난 바, 임팩트를 전후한 3국면 소요시간은  $0.157 \pm 0.023\text{초}$ (8.13%)에 지나침을 알 수 있다.

스윙에서 가장 중요한 국면인 임팩트와 전후하여 3국면의 특성을 보면 피험자 OMW의 경우  $0.132 \pm 0.00\text{초}$ (7.29%), LHJ의  $0.151 \pm 0.032\text{초}$ (7.87%), 피험자 KJI의  $0.183 \pm 0.057\text{초}$ (10.67%), 피험자 KJH의  $0.164 \pm 0.028\text{초}$ (7.22%)로 각각 나타났다. 다운스윙에서 점차 가속이된 헤드는 임팩트와 전후하여 최대의 속도를 유지하여 볼에 타이밍이 맞은 임팩트를 하여 거리를 가능한 많이 내는 것이 목적이라 볼 때 임팩트를 전후하여 가능한 순간적인 동작이 필요하다. 따라서 분석 결과를 볼 때 피험자 4명가운데 OMW의 경우가 가장 적은 시간을 보였고, 가장 많은 경우는 KJI의 경우로서  $0.183 \pm 0.057\text{초}$ (10.67%)로 나타났다.

시간변인과 관련하여 Plagenhoef(1983)의 연구 결과에 의하면 80명의 프로선수를 대상으로 1번 드라이빙에서 어드레스에서 톱스윙까지 소요시간은 평균 0.84초, 다운스윙시작에서 임팩트까지 0.4-0.6초가 소요되었고, 백스윙에 대한 다운스윙의 소요시간 비율은 25-60%에 달했지만 본 연구의 경우 거의 80% 수준에 달한 것으로 나타났다.

Milburn(1982)의 경우 4명의 대학 선수를 대상으로 한 연구에서 다운스윙의 소요시간은 평균 0.23초, Daish(1972)의 0.20초, Cochran과 Stobbs(1968)의 0.23-0.25초, 및 Neal과 Wilson(1985)

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

의 0.21초로 각각 보고했다.

<Table - 3> temporal analysis from address to full followthrough

(unit : second)

Subj	Phase	Add -M.back - T.back -M.d-J.b.imp.- J.a.imp.-M.f.ollow.-F.follow						
OMW	T1	0.495	0.396	0.198	0.033	0.033	0.066	0.594
	T2	0.495	0.429	0.198	0.033	0.033	0.066	0.528
	T3	0.528	0.396	0.198	0.033	0.033	0.066	0.594
	T4	0.495	0.429	0.198	0.033	0.033	0.066	0.528
	T5	0.495	0.396	0.198	0.033	0.033	0.066	0.594
	M	0.501	0.409	0.198	0.033	0.033	0.066	0.567(1.807)
	SD	0.014	0.018	0	0	0	0	0.036
	%	27.67	22.63	10.95	1.82	1.82	3.65	31.37
LHJ	T1	0.495	0.528	0.297	0.066	0.033	0.066	0.495
	T2	0.561	0.528	0.297	0.066	0.033	0.066	0.396
	T3	0.528	0.495	0.297	0.033	0.066	0.066	0.396
	T4	0.495	0.495	0.297	0.033	0.033	0.066	0.429
	T5	0.495	0.528	0.330	0.003	0.003	0.066	0.462
	M	0.514	0.514	0.303	0.046	0.039	0.066	0.435(1.917)
	SD	0.029	0.018	0.014	0.018	0.014	0	0.043
	%	26.85	26.85	15.83	2.40	2.03	3.44	22.72
KJI	T1	0.726	0.363	0.198	0.066	0.033	0.099	0.264
	T2	0.627	0.330	0.231	0.033	0.033	0.132	0.297
	T3	0.759	0.330	0.231	0.066	0.033	0.066	0.264
	T4	0.726	0.396	0.165	0.066	0.066	0.066	0.297
	T5	0.726	0.297	0.165	0.066	0.033	0.066	0.264
	M	0.712	0.343	0.198	0.059	0.039	0.085	0.277(1.713)
	SD	0.049	0.037	0.033	0.014	0.014	0.029	0.018
	%	41.56	20.02	11.55	3.44	2.27	4.96	16.17
KJH	T1	0.957	0.462	0.231	0.066	0.033	0.066	0.330
	T2	1.155	0.462	0.231	0.066	0.033	0.066	0.792
	T3	0.957	0.462	0.231	0.066	0.033	0.066	0.396
	T4	0.792	0.462	0.264	0.033	0.033	0.099	0.363
	T5	0.858	0.495	0.231	0.066	0.033	0.066	0.396
	M	0.943	0.468	0.237	0.059	0.033	0.072	0.455 (2.267)
	SD	0.137	0.014	0.014	0.014	0	0.014	0.190
	%	41.59	20.64	10.45	2.60	1.45	3.17	20.07
Tot.	M	0.667	0.433	0.236	0.049	0.036	0.072	0.433(1.926)
	SD	0.207	0.074	0.054	0.012	0.003	0.008	0.119
	%	34.63	22.48	12.25	2.54	1.86	3.73	22.48

\* Add : address, M.back : mid-backswing, T.back : top backswing, M.d : mid-downswing, J.b.imp.: just before impact, J.l.imp : just later impact, M.f.ollow : mid-followswing, F.follow : full-followswing

\* ( ) : Total elapsed time from address to full followthrough



이와 비교할 때 본 연구 피험자의 경우 톱스윙에서 임팩트 직후까지 소요시간은 평균 0.321초로 나타난 바, 선행연구의 결과와는 다소 차이를 보였다.

이러한 결과로 볼 때 선행연구의 결과와는 각 국면별 소요시간에서 다소 차이를 보였지만 임팩트를 전후하여 크럽헤드가 최대의 가속을 발생하여 볼에 최대로 전달하는 것이 목적일 때 피험자 KJI의 경우는 다운스윙 과정에서 얻은 가속을 임팩트를 전후하여 감속을 시키는 결과로 추측되며, 피험자 OMW의 경우는 다운스윙시 얻은 가속을 지체없이 타이밍에 맞게 최대로 볼에 전달하고 있다고 할 수 있다.

이외 다른 피험자 LHJ, KJH의 경우는 앞 두 피험자의 중간 수준으로 타이밍을 이루고 있음을 간접적으로 알 수 있다.

### 3. 신체중심변인

어드레스에서 휘로스루까지 신체중심 수평변위의 양상을 나타낸 결과는 <Table - 4>과 같다. 신체중심변위의 기준은 어드레스 지점을 기준으로 후방(-), 전방(+)로 각각 표시했으며, 5명 피험자 모두에서 공통적인 점은 어드레스에서 백톱스윙까지는 신체중심이 후방으로 변위를, 톱스윙에서 휘로스루까지는 전방으로 변위를 보였다.

수평변위 역시 가장 중요한 국면은 임팩트와 전후하여 3국면으로 볼 수 있으며, 이 때 안정되고 정확한 임팩트가 이루어지느냐에 따라 볼의 비행방향 및 거리에 영향을 미칠 수 있다. 4명 피험자 모두 중간다운 스윙에서 중간 휘로스루 국면까지 수평변위를 보면 중간다운에서 임팩트까지 평균  $13.44 \pm 7.50\text{cm}$ , 임팩트에서 중간휘로스루까지 평균  $14.19 \pm 5.14\text{cm}$ 로 각각 나타났으며, 임팩트순간을 중심으로 임팩트 후가 전의 변위보다 약간 더 있었지만 큰 차이가 없이 대칭을 이루면서 스윙이 진행이 되었음을 알 수 있다.

임팩트를 전후하여 3국면에서 가장 적은 변위를 보이면서 임팩트를 한 경우는 OMW의 경우 임팩트 이전이 전방으로  $2.96 \pm 7.90\text{cm}$ , 임팩트 후가 전방으로  $7.90 \pm 5.27\text{cm}$ , KJH의 경우 임팩트 이전이 전방으로  $13.07 \pm 0.67\text{cm}$ , 임팩트 후가 전방으로  $12.08 \pm 3.07\text{cm}$ 를 보였고, 다른 2명의 피험자 LHJ, KJI의 경우 앞의 2명보다 훨씬 더 큰 변위를 보였다.

특히 각 피험자마다 어드레스를 기준으로 전 후방으로 움직임의 폭을 보면 OMW의 경우  $-19.00 \sim +7.15\text{cm}$ , LHJ의  $-4.93 \sim +23.69\text{cm}$ , KJI의  $-4.91 \sim +25.66\text{cm}$ , KJH의  $-0.24 \sim 13.81\text{cm}$ 로 각각 나타났으며, 가장 큰 폭의 변위를 보인 피험자는 KJI의  $30.57\text{cm}$ , 가장 적은 변위 폭을 보인 경우는 KJH의  $14.05\text{cm}$ 로 나타났다.

이러한 결과를 종합할 때 어드레스 지점을 기준으로 신체 중심의 변위가 전후로 움직이는 정도에 따라 더 안정된 스윙을 할 수 있다는 가정을 할 때 OMW, KJH와 KJI, LHJ의 두 경우로 구분 할 수 있으며, 안정된 순서로 임팩트를 한 경우는 OMW, KJH, KJI, LHJ의 순서였음을 알 수 있다.

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

<Table - 4> Horizontal displacement of COG from address to full followthrough

(unit : cm)

Phase		Add - M.back - T.back -M.d - .imp.- M.f.ollow.- F.follow					
Subj							
OMW	T1	-17.28	-24.68	0	0	+14.80	+14.80
	T2	-12.34	-12.34	0	0	+ 4.94	+ 2.47
	T3	-18.51	-20.98	+ 8.64	+ 8.64	+12.34	+ 8.64
	T4	- 9.87	-16.04	+ 3.72	+ 2.47	+ 3.71	+ 7.41
	T5	-16.04	-20.98	+ 4.94	+ 3.71	+ 3.71	+ 2.47
	M	-14.80	-19.00	+3.46	+2.96	+7.90	+7.15
	SD	3.59	4.82	3.64	3.55	5.27	5.11
LHJ	T1	-6.17	-3.70	+12.34	+17.28	+17.28	+22.21
	T2	-8.64	-2.47	+16.04	+19.74	+17.27	+23.44
	T3	-3.70	-3.70	+11.11	+19.74	+19.74	+23.45
	T4	-2.47	-1.23	+16.04	+20.98	+19.75	+25.92
	T5	-3.70	-2.47	+14.80	+17.28	+19.75	+23.45
	M	-4.93	-2.71	+14.06	+19.00	+18.75	+23.69
	SD	2.46	1.03	2.23	1.65	1.35	1.35
KJI	T1	-3.70	-3.70	+16.04	+22.21	+18.51	+27.15
	T2	-1.24	0	+23.44	+23.44	+23.44	+30.85
	T3	-8.64	-9.87	+12.34	+16.04	+16.04	+23.44
	T4	-7.40	-7.40	+ 9.87	+11.06	+11.10	+22.21
	T5	-3.70	-2.47	+22.21	+20.98	+20.98	+24.68
	M	-4.91	-4.68	+16.78	+18.74	+18.01	+25.66
	SD	3.02	3.93	5.95	5.13	4.74	3.42
KJH	T1	0	0	+13.57	+13.57	+14.80	+14.80
	T2	0	0	+12.34	+12.34	+ 7.40	+14.80
	T3	0	0	+ 9.87	+12.34	+12.34	+12.34
	T4	0	0	+12.34	+13.57	+14.80	+14.80
	T5	0	-1.24	+12.34	+13.57	+11.10	+12.34
	M	0	-0.24	+12.09	+13.07	+12.08	+13.81
	SD	0	0.55	1.35	0.67	3.07	1.34
Tot.	M	-6.17	-6.66	+11.59	+13.44	+14.19	+17.58
	SD	6.21	8.42	5.75	7.50	5.14	8.67

※ Add : address, M.back : mid-backswing, T.back : top backswing, M.d : mid-downswing, J.b.imp.: just before impact, J.l.imp : just later impact, M.f.ollow : mid-followswing, F.follow : full-followswing

※ (-) : rear direction, (+): front direction of cog from address position.

#### 4. 신체분절의 각위

지금까지 연구되어진 선행연구 대부분의 각도와 관련된 변인은 어깨각도, 손목각도, 각속도, 각가속도 등의 변인과 언코킹과 관련하여 다운스윙곡면을 분석하여 왔지만 본 연구의 분석내용과는 다소 차이점이 있기 때문에 선행연구의 내용을 참고할 수 있도록 요약을 하였다.

Milburn(1982)에 의하면 다운스윙시 손목이 처음 0.075초 동안 거의 일정하게 유지되었으나 어깨관절의 각은 점차 감소했고, 이때 손목 각은 60-70도 사이를 유지했다. 이는 최대로 코킹할 수 있는 90도 보다 다소 적은 각도이고, 어깨관절의 각변위는 40-60도 사이에서 변했다고 보고했다.

Plagenhoef(1983)의 경우 미국 프로 80명을 대상으로 한 분석결과 톱스윙 때 크럽이 수평에 대한 각은 15도에서 19도 범위였다. 이 때 손목의 최소 각은 25도에서 107도의 다양한 각을 유지하였고, 다운스윙시 크럽이 수평에 다다를 때까지 5도에서 40도까지 변화를 보였다.

전완에 대한 크럽의 각이 90도일 때 좌측전완의 각은 수평보다 아래쪽에서 프로의 경우 22도, 각속도(Milburn:1982)의 경우 0.075초에서 언어코킹이 시작될 때 어깨 관절에 대한 팔의 각속도는 헤드를 바깥쪽으로 당기려는 원심력의 증가로 인해 감소했으며, 결국 이 원심력은 팔의 회전운동을 감소시키게 되고, 이는 결국 손목의 관절에 기인했다고 보고했다.

Budney와 Bellow(1982)에 의하면 다운스윙시 어깨, 팔, 손, 크럽 상호간의 위치는 엉덩이가 전방으로 이동될 때는 변하지 않지만 좌측 팔이 거의 수평위치에 도달할 때, 즉 다운스윙의 첫 단계를 끝날 때 크럽샤프트와 좌측팔 사이 각도가 60-70도 정도일 때부터 팔, 어깨, 손, 크럽 상호간의 스피드는 증가하기 시작한다. 바로 이 지점에서부터 손은 일정한 스피드로 원호를 이루면서 계속 운동을 한다. 반면 좌측 팔과 크럽샤프트가 직선으로 퍼질 때 크럽헤드의 스피드는 극적으로 증가한다고 보고했다.

이와 같은 선행 연구의 결과는 본 연구의 내용과 비교하는 것은 다소 상황과 분석내용에서 차이가 있기 때문에 참고적으로 요약한 결과이다.

### 1) 팔과 샤프트의 각위

어드레스에서 휠로스루 국면까지 팔과 크럽샤프트가 이루는 각도는 <Table - 5>와 같다. 샤프트와 팔이 이루는 각도의 중요성은 톱스윙에서 다운스윙을 하는 동안 회전되었던 동체가 다시 원위치로 되돌아오는 과정에 절대속도에 팔의 절대속도 및 상대가속이 발생하는 가운데, 샤프트의 탄성에 의한 헤드의 가속이 모두 결집하는 다운 스윙국면에 팔과 샤프트의 각도를 각시점마다 적절히 유지하는 것은 매우 중요하다.

표에서 보면 4명 전체 평균 각도는 톱스윙에서 평균 94.75±7.93도로서 거의 직각에 가까운 팔-샤프트 각도를 유지하였고, 중간 다운스윙 국면에서는 톱스윙보다 다소 퍼진 각도인 102.00±10.67도, 임팩트시에는 132.75±2.98도, 다시 휠로스루 시작에서 113.25±23.41도로 유지되었다.

임팩트를 전후하여 특히 중요한 것은 백스윙을 하면서 샤프트-팔간에 코킹이 된 상태를 다시 다운스윙이 시작되면서 언코킹이 적절히 이루어 져야 임팩트 순간 헤드의 가속이 더 커지게 된다. 이러한 사실로 볼 때 임팩트 시 팔-샤프트간 언코킹이 가장 잘 이루어 진 경우는 피험자 OMW의 136±11.40도로서 가장 많은 신전작용이 있었고, KJH의 경우 평균 134±2.23도, LHJ의 132±5.70도, KJI의 129±4.18도의 순서로 신전이 이루어졌고, 이의 결과로 헤드가 볼에 가한 가속의 크기 역시 이와 같은 순서로 이루어 졌을 것으로 사료된다.

특히 볼의 구질 및 거리는 임팩트 직후 휠로스루 동작에 큰 영향을 받게 되는 데 도 피험자 OMW의 경우 임팩트 직후 팔-샤프트각이 평균 144±5.47도, LHJ의 95±5.40도, KJI의 119±

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

12.44도, KJH의 95±5.00도를 각각 유지한 것으로 볼 때 OMW의 경우 임팩트 후에도 계속 볼의 비행 방향으로 윗로스루동작을 한 반면, 다른 피험자의 경우 임팩트 후 바로 신체중심 축 방향으로 끌어올리는 경향을 보였음을 알 수 있다.

이러한 결과를 종합하면 톱스윙에서 코킹이 된 상태가 다운스윙 과정 동안 점차 신전되어 임

<Table - 5> Absolute angle between forearm and club shaft from address to full followthrough

(unit : deg.)

Phase		Add	M.back	T.back	M.down	.impact	M.f.ollow.	F.follow
Subj								
OMW	T1	143	140	85	110	140	140	55
	T2	145	140	100	140	150	150	50
	T3	140	150	80	130	120	140	40
	T4	150	140	75	110	140	150	60
	T5	145	140	80	100	130	140	60
	M	145	142	84	118	136	144	53
	SD	3.64	4.47	9.61	16.43	11.40	5.47	8.36
LHJ	T1	120	115	95	95	125	90	140
	T2	125	120	100	95	130	95	135
	T3	120	110	110	95	140	100	140
	T4	115	110	100	100	135	100	140
	T5	115	110	110	100	130	90	130
	M	119	113	103	97	132	95	137
	SD	4.18	4.47	6.70	2.73	5.70	5.40	4.47
KJI	T1	140	130	95	95	130	115	95
	T2	135	115	95	90	125	140	60
	T3	140	120	95	100	130	110	65
	T4	135	130	100	100	135	110	65
	T5	145	120	90	100	125	120	65
	M	139	123	95	97	129	119	70
	SD	4.18	6.70	3.53	4.47	4.18	12.44	14.14
KJH	T1	110	105	90	110	130	100	70
	T2	115	110	100	90	135	95	80
	T3	115	110	100	90	135	90	75
	T4	120	110	100	100	135	90	80
	T5	115	105	95	90	135	100	100
	M	115	108	97	96	134	95	82
	SD	3.53	2.73	4.47	8.94	2.23	5.00	11.51
Tot.	M	129.40	121.50	94.75	102.00	132.75	113.25	85.50
	SD	14.59	15.02	7.93	10.67	2.98	23.41	36.33

※ Add : address, M.back : mid-backswing, T.back : top backswing, M.d : mid-downswing, J.b.imp. : just before impact, J.l.imp : just later impact, M.f.ollow : mid-followswing, F.follow : full-followswing

팩트 순간 최대한 언코킹을 한 경우 OMW의 경우로서 임팩트 이후에도 다른 피험자와 달리

언코킹을 계속한 것으로 나타난 바, 휠로스루 동작을 볼의 비행 방향으로 계속 유지한 것으로 나타났고, 반면 다른 3명의 피험자에서는 임팩트 후 곧 바로 신체중심축 쪽으로 끌어올리는 휠로스루 동작을 취하였다.

2) 어깨와 동체의 절대각

어드레스부터 휠로스루까지 동체와 어깨 관절이 이루는 각도의 변화는 <Table - 6>와 같으며, 이중 톱스윙, 임팩트 직전, 및 휠로스루구면에서의 적절한 각을 유지한 결과만 분석했다.

<Table - 6> Absolute angle between shoulder and trunk through address to full followthrough

(unit : deg.)

Subj	Phase								
		Add	M.back	T.back	M.d	J.B.imp.	J.l.imp(R).	M.follow(R)	F.follow
OMW	T1	65	85	120	60	10	20	70	150
	T2	60	86	120	70	20	20	95	150
	T3	55	80	110	50	20	25	80	160
	T4	60	80	100	70	20	25	80	150
	T5	60	80	120	55	20	20	75	160
	M	60	82	114	61	18	22	80	154
	SD	3.03	8.94	8.94	8.94	4.47	2.73	9.35	5.47
LHJ	T1	55	80	160	55	20	35	70	165
	T2	60	90	155	50	15	40	90	160
	T3	70	85	145	60	15	30	75	150
	T4	65	80	160	40	15	25	100	145
	T5	60	80	160	45	20	25	105	150
	M	62	83	156	50	17	31	88	154
	SD	5.70	4.47	6.51	7.90	2.73	6.51	15.24	8.21
KJI	T1	50	70	130	60	25	20	90	110
	T2	50	80	135	65	26	20	95	115
	T3	55	70	125	55	20	35	85	110
	T4	50	75	125	60	25	15	105	120
	T5	60	70	130	60	20	20	85	110
	M	53	73	129	60	23	22	92	113
	SD	4.47	4.47	4.18	3.53	2.94	7.58	8.36	4.47
KJH	T1	55	80	140	55	15	40	100	160
	T2	60	80	150	60	20	35	85	150
	T3	60	80	140	60	15	35	100	150
	T4	65	85	165	60	18	35	100	150
	T5	60	80	145	65	14	35	85	145
	M	60	81	148	60	17	36	94	151
	SD	3.53	2.23	10.36	3.53	2.50	2.23	8.21	5.47
Tot.	M	58.75	79.80	136.75	57.75	18.65	27.75	88.50	143.00
	SD	3.94	4.60	18.92	5.18	3.10	6.94	6.19	20.04

\* Add : address, M.back : mid-backswing, T.back : top backswing, M.d : mid-downswing, J.b.imp.: just before impact, J.l.imp : just later impact, M.f.follow : mid-followswing, F.follow : full-followswing

## 골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

톱스윙에서 4명 전체 평균 각도는  $136.75 \pm 3.94$ 도, 임팩트 직전에 평균  $18.65 \pm 3.10$ 도, 휘로스루에서  $143.00 \pm 20.04$ 도를 각각 유지했다. 각 개인마다 평균치를 보면 OMW의 경우 톱스윙에서  $114 \pm 8.94$ 도로 모든 피험자에서 가장 적은 각도, LHJ의 경우  $156 \pm 6.51$ 도로 가장 큰 각을 유지했다. 이러한 사실로 볼 때 톱스윙시 OMW의 경우 어깨-동체의 적은 각을 유지한 반면, 수직축에 대한 동체의 회전을 더 크게하므로서 서로 보완하였음을 알 수 있고, LHJ,과 KJH의 경우 다소 더 큰 각을 유지한 반면 수직축에 대한 동체의 회전이 적었음을 알 수 있다. 반면 가장 적은 각을 유지한 KJI의 경우 톱스윙에서  $129 \pm 4.18$ 도를 유지한 결과 동체의 수직에 대한 회전도 적었고, 어깨-동체간 각도도 적은 결과로 볼 때 다른 피험자에 비해 더 적은 스윙 동작이 이루어 졌을 것으로 사료되는 바, 스윙 동작을 개선하는 방향이 바람직할 것으로 본다.

임팩트 직전 동체와 팔간의 각도는 4명 전체 평균이  $18.65 \pm 3.10$ 도로서 각 개인간 큰 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다.

휘로스루 말기에 얼마나 큰 스윙을 하였는 지의 척도로 나타난 결과를 보면 4명 피험자 평균  $151 \pm 5.47$ 도로서 전체적으로 볼 때는 충분한 휘로스루 동작을 한 것으로 나타났다. 단 KJI의  $113 \pm 4.47$ 도를 제외하면 나머지 3명의 경우는 거의 비슷한 것으로 나타났다. 따라서 KJI의 경우 휘로스루 때 수직축에 대한 동체의 회전동작과 충분한 휘로스루 동작이 이루어지지 않음을 알 수 있다.

3)톱스윙시 동체와 대퇴, 엘보각, 스탠스 넓이, 휘로스루시 엘보각, 헤드와 발끝 길이 톱스윙시 동체와 대퇴가 이루는 각도를 보면 전체 평균은  $167.20 \pm 19.80$ 도로서 피험자 OMW의 경우 평균  $186.80 \pm 2.16$ 도, LHJ의  $141 \pm 19.49$ , KJI의  $177 \pm 2.73$ , KJH의  $164 \pm 2.23$ 도를 각각 유지한 결과를 볼 때, 특이한 사항은 OMW의 경우로 톱스윙시 수직축에 대해 -6도 정도가 더 신전된 자세를 유지한 것으로 나타났고, 이와 대조적인 경우로 LHJ의 경우는 전방으로 상당한 정도로 굴곡이 된 상태를 유지한 것으로 나타났고, 이외 2명의 경우 거의 수직에 가깝게 신전 자세를 유지하였다.

톱스윙시 엘보의 굴곡각을 보면 전체 평균은  $126.85 \pm 21.96$ 도로서 거의 직선에 대해 55도 굴곡되어 있음을 알 수 있고, 가장 많이 굴곡된 자세를 취한 경우는 OMW의 경우로  $105.40 \pm 4.56$ , LHJ의  $118 \pm 2.73$ 도, KJI의  $127 \pm 13.96$ 도 로서 가장 신전된 자세를 취한 KJH의  $157 \pm 4.4$ 도와는 52-30도나 더 팔목을 꾸부린 자세로 스윙을 했다.

어드레스시 양발의 넓이는 평균  $56.51 \pm 4.96$ 도를 취하였고, KJI의  $67.37 \pm 1.10$ cm를 제외하면 3명 모두 큰 차이를 보이지 않았다.

휘로스루시 엘보의 굴곡 각도를 보면 평균  $64.60 \pm 10.87$ 도를 유지하였고, 특이한 사실로 휘로스루 말기 동작이 2가지 유형으로 구분할 수 있다. 즉 엘보각이 큰 반면 팔과 샤프트각도가 적은 유형과 엘보각이 적은 반면 샤프트 각도가 큰 유형을 이루었다. 즉 OMW의 경우 엘보각이 큰 반면에 팔과 샤프트의 각이 적은 유형을 취하였고, LHJ의 경우 엘보각이 적은 반면 팔과 샤프트의 각이 큰 경우를 각각 취한 것으로 나타났다. 이외 2명의 피험자는 각각 중간 자세를 유지한 것으로 나타났다.

이러한 사실로 볼 때 OMW의 경우 수직축에 대한 동체의 회전 정도가 LHJ의 경우보다 더

크게 하였음을 알 수 있다. 반면 LHJ의 경우 동체의 회전은 적은 반면 엘보를 완전히 굴곡시키면서 윗로스루 동작을 완수한 것으로 나타났다.

어드레스시 발끝과 헤드간의 거리는 4명 피험자 평균  $94.20 \pm 8.56\text{cm}$ 로 나타났고, 가장 길게 자세를 취한 경우는 KJI의  $102.00 \pm 10.36\text{cm}$ 로 나타났다.

<Table - 7> Absolute angle between trunk and thigh, elbow flexion(deg.) in topswing, stance width(cm), elbow angle(deg.) in followthrough, length between head and toe(cm).

Subj.	variable.	Topswing		Stance width	Followthrough	Length
		trunk-thigh (deg.)	elbow flexion (deg.)	(cm)	elbow flexion (deg.)	toe-head (cm)
OMW	T1	188	100	55.53	150	109
	T2	184	102	55.53	100	90
	T3	188	105	55.53	95	90
	T4	189	110	55.53	100	110
	T5	185	110	55.53	100	80
	M	186.80	105.40	55.53	109.00	95.80
	SD	2.16	4.56	00	23.02	13.16
LHJ	T1	160	120	67.87	23	80
	T2	120	120	61.70	22	110
	T3	120	120	67.87	13	115
	T4	155	115	67.87	20	100
	T5	150	115	67.87	12	80
	M	141.00	118.00	66.37	18.00	97.00
	SD	19.49	2.73	1.10	5.14	16.43
KJI	T1	180	150	67.87	70	110
	T2	175	120	67.87	50	115
	T3	175	115	67.87	85	100
	T4	175	120	65.40	90	90
	T5	180	130	67.87	60	95
	M	177.00	127.00	67.37	71.00	102.00
	SD	2.73	13.96	1.10	16.73	10.36
KJH	T1	165	160	61.70	60	80
	T2	165	150	61.70	83	90
	T3	160	160	55.53	65	90
	T4	165	160	51.83	55	75
	T5	165	155	51.83	60	75
	M	164.00	157.00	56.51	64.60	82.00
	SD	2.23	4.47	4.96	10.87	7.58
Tot.	M	167.20	126.85	61.44	65.65	94.20
	SD	19.80	21.96	6.29	37.32	8.56

#### 4). 윗로스루 말기 수직축에 대한 동체의 기울기

윗로스루 말기 수직축에 대한 동체의 기울기 분석 결과는 <Table - 8>과 같으며, 피험자 OMW, LHJ의 경우 각각 25.20cm, 28.40cm로서 상당한 기울기를 가졌으나, 이와는 대조적으로 KJI의 10.80cm, KJH의 7 cm로 거의 유연성이 없는 윗로스루를 한 결과 수직축에 대해 회전운

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

동만 한 결과를 알 수 있다.

이러한 결과로 미루어 OMW, LHJ의 경우는 호가 큰 휠로스윙을 하였고, 반면에 KJI, KJH의 경우는 충분한 휠로스루 동작을 하지 못하고 임팩트 후 볼의 비행 방향으로 계속 스윙을 하지 못하고 바로 크럽을 끌어당긴 것으로 파악할 수 있다.

따라서 더 큰 동작의 휠로스루를 위해서는 동체의 유연성 및 임팩트 직후 끌어당기지 말고, 볼의 비행 방향으로의 지속적인 스윙이 필요할 것으로 사료된다.

<Table - 8> Trunk incline to vertical axis in full followswing

( unit : deg.)

Subj.	OMW	LHJ	KJI	KJH
T1	22	15	5	5
T2	26	12	10	9
T3	24	55	15	8
T4	26	10	10	8
8 T5	28	40	13	5
M ± SD	25.20 ± 2.28	26.40 ± 20.05	10.60 ± 3.78	7.00 ± 1.87

### 5. 변인간 상호작용

1번 드라이빙시 분석된 변인은 30개 변인이었으며, 상호관계를 규명하기 위해 분석된 변인은 유사 항목은 한 범주로 묶어서 본 결과 총 22개 변인으로 압축하여 분석한 결과는 <Table - 9>과 같다. 상호 관련 변인 분석 과정에서 볼의 비행 거리와 관련하여 상관이 있는 변인만 분석 대상으로 하였고, 나머지 변인간의 관계는 참고적으로 제시하였다. 즉 피험자들이 최상의 드라이브를 했을 때 나오는 볼 비행거리와 드라이빙과 관련된 변인간의 관계는 우선 근력요인(배근력, 악력:2, 각근력)과 관계는  $r=.64$ , 순발력 요인과 관계  $r=.76$ 으로 다소 높은 상관관계를 가진 것으로 나타난 바, 볼의 비행거리에 영향을 미칠 수 있는 근력요인이 동체의 기립근, 및 자세를 안정되게 하는 각근력, 및 그림을 잡는 악력 모두 중요한 요임인 것으로 사료되, 순발력 요인 비행거리에 근력보다 더 높은 영향을 미칠 수 있는 요인으로 사료된다.

팔과 샤프트간의 절대각에서 중간 휠로스루 국면의 각도와 비행 거리간의 관계 역시  $r=.51$ 로 다소 상관이 있는 것으로 나타난 바, 다운 스윙 과정에서 코킹 및 언코킹작용이 중요함을 알 수 있는 지표가 될 수 있음을 시사한다. 톱스윙에서 엘보의 굴곡각과 비행거리는  $r= -.92$ 로 톱스윙시 엘보굴곡각과 비행거리는 거의 완전한 역상관 관계를 가진 것으로 나타난 바, 백스윙 및 톱스윙에서 가능하면 엘보의 굴곡이 없는 자세를 취하는 것이 볼에 더 큰 운동량을 전달 할 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 결과는 어깨를 축으로 상완과 전완이 하나의 지레로 움직일 때 결국 지레의 길이가 길어지므로서 헤드가 가지는 속도와 가속도는 더 커지게 되는 원리에서 타당한 결과라 사료된다. 휠로스루의 엘보굴곡각과는  $r=-.52$ 로 비행거리와 휠로스루국면에서 엘보굴곡각과의 관계를 볼 때 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다.



어드레스시 발끝과 헤드간의 거리와는  $r = .94$ 로서 거의 직선적인 관계를 유지하는 것으로 나타난 바, 신체 중심선에 대해 지레의 저항팔의 길이가 길수록 물체의 원위점의 속도 및 가속도는 더 크지는 원리를 고려할 때 가능하면 자신이 저항팔을 감당할 수 있는 한 길게 하는 것이

<Table - 9> Correlation among variables related with 1st golf driving

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22
x1		-.46	-.96	.44	.85	-.18	.52	.33	-.57	.01	-.61	-.01	.46	.25	-.20	.76	-.15	.99	.24	-.30	-.13	-.83
x2			.27	.55	-.81	-.55	-.99	-.94	.98	.70	.89	-.69	-.85	.53	-.10	-.56	.74	-.54	-.94	-.66	.85	.08
x3				.64	.76	.21	-.32	-.18	.37	-.27	.51	.06	-.39	-.28	.40	-.79	.10	-.92	-.09	.52	.02	.94
x4					.01	-.56	-.50	-.56	.46	.84	.23	-.54	-.29	.60	-.50	.27	.44	.34	-.64	-.98	.60	-.76
x5	x1:standing height					.32	.84	.76	-.86	-.25	-.93	.49	.84	-.25	-.26	.88	-.62	.87	.70	.11	-.63	-.64
x6	x2:body weight						.47	.78	-.43	-.20	-.63	.98	.77	-.99	-.42	.42	-.93	-.16	.79	.52	-.91	.11
x7	x3:max. flight distance							.91	-.99	-.71	-.88	.62	.82	-.44	.14	.56	-.68	.60	.91	.62	-.79	-.12
x8	x4:muscular strength								-.89	-.55	-.93	.88	.94	-.75	-.13	.63	-.91	.38	.99	.63	-.96	-.09
x9	x5:power									.70	.88	-.58	-.80	.39	-.15	-.57	.65	-.65	-.88	-.59	.76	.16
x10	x6:elapsed time in top-swing-justafter impact										.33	-.27	-.26	.23	-.74	.17	.24	-.10	-.61	-.91	.46	-.53
x11												-.76	-.97	.58	.32	-.86	.86	-.64	-.89	-.33	.86	.44
x12	x7:cog displacement from topswing-full-followthrough												.87	-.96	-.40	.54	-.98	.01	.88	.54	-.96	.01
x13	x8,x9,x10,x11,x12: absolute angle of forearm-shaft in topback, mid-down, impact, mid-follow, full-followth.													-.73	-.42	-.83	-.94	.48	.91	.35	-.92	-.37
x14	x13,x14,x15,x16: absolute angle of shoulder-trunk in top-back, mid-down, just before impact, just after impact														.37	-.35	.91	.23	-.77	-.56	.89	-.19
x15																-.67	.45	-.10	-.05	.54	.23	.65
x16	x17,x18:trunk-thigh, elbow flexion angle in topswing																-.68	.73	.55	-.18	-.57	-.81
x17	x19: stance width																	-.17	-.90	-.45	.97	.14
x18	x20:elbow flexion in followthrough																			.31	-.19	-.18
x19	x21:toe-head distance in address																				.70	-.97
x20	x22:trunk incline to vertical axis in full-followthrough																					-.64
x21																						.00
x22																						.00

유리할 것으로 사료된다.

휠로스루 말기 수직축에 대한 동체의 기울기는 신체 유연성과의 관계가 있으며, 기울기 각과의 관계는  $r = .94$ 로 거의 직선적인 관계를 가진 것으로 나타난 바, 임팩트 직후 바로 크립을 끌어올리는 것보다 가능하면 볼의 비행 방향으로 휠로스루를 하므로서 결국 수직축에 대한 동체의 기울기를 크게 할 수 있기 때문에 임팩트 후 스윙 동작을 크게 하고, 동체의 유연성을 높이는 것이 결국 볼의 비행거리에 영향을 미칠 수 있는 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

본 연구는 우수 남자 골퍼 4명을 대상으로 골프 드라이빙 시에 볼의 비행 거리에 미치는 요인을 규명하는 것이고, 규명된 자료를 직접 훈련 자료로 활용하기 위한 1차적 분석을 시도하는 것이다.

이를 위해 카메라 2대를 피험자 전 후방향에 설치하여 촬영한 후 이를 프레임 및 매 관절부 위마다 디지털화 한 좌표를 활용하여 분석변인을 산출하였다.

## 1. 체력 변인

체력 특성은 순발력, 근력, 정상적 혈압을 소유한 OMW, KJI의 경우와 이와 반대의 경우 LHJ, KJH로 구분되었다.

## 2. 시간 변인

전체 피험자 톱스윙에서 임팩트 직후까지 소요 시간은 평균 0.321초로 나타났고, 임팩트와 전후한 3국면의 소요 시간은 OMW의 경우  $0.132 \pm 0.00$ 초(7.29%), LHJ의  $0.151 \pm 0.032$ 초(7.87%), KJI의  $0.183 \pm 0.057$ 초(10.67%), KJH의  $0.164 \pm 0.028$ 초(7.22%)로 각각 나타났다. OMW의 경우는 다운스윙시 얻은 가속을 타이밍에 맞게 볼에 전달하였고, KJI의 경우 다운 스윙에서 얻은 가속을 임팩트와 전후하여 감속하는 결과를, LHJ, KJH의 경우는 앞 두 피험자의 중간 수준의 타이밍을 이루었다.

## 3. 신체 중심 변인

신체 중심 수평변위는 4명 피험자의 공통적인 점은 어드레스에서 백톱스윙까지는 신체 중심이 후방(-), 톱스윙에서 윙로스루까지는 전방(+) 변위를 보였다.

임팩트와 전후하여 3국면에서 가장 적은 변위를 보이면서 임팩트를 한 경우는 OMW으로 임팩트 이전이 전방으로  $2.96 \pm 7.90$ cm, 임팩트 후가 전방으로  $7.90 \pm 5.27$ cm, KJH의  $13.07 \pm 0.67$ cm,  $12.08 \pm 3.07$ cm를 각각 보였고, LHJ, KJI의 경우 앞의 2명보다 훨씬 더 큰 변위를 보인바, 안정된 임팩트의 순을 볼 때 OMW, KJH와 KJI, LHJ의 두 경우로서, 안정된 순서는 OMW, KJH, KJI, LHJ였다.

## 4. 신체 분절의 각위

### 1) 팔과 샤프트의 각도

톱스윙의 코킹이 점차 신전되어 임팩트 시 최대한 언코킹을 한 피험자는 OMW으로 임팩트 이후에도 최대한 언코킹 상태로 윙로스루 동작을 볼의 비행 방향으로 계속 유지한 반면, 다른 3명의 피험자에서는 임팩트 후 곧 바로 신체중심축 쪽으로 끌어올리는 윙로스루의 특성을 보였다.

### 2) 어깨와 동체의 각도

톱스윙에서 평균 각도는  $136.75 \pm 3.94$ 도, 임팩트 직전에 평균  $18.65 \pm 3.10$ 도, 윙로스루에서  $143.00 \pm 20.04$ 도를 보였고, 톱스윙시 OMW의 경우 어깨-동체의 적은 각을 유지한 반면, 수직축에 대한 동체의 회전을 더 크게 하였고, LHJ, KJH의 경우 다소 더 큰 각을 유지한 반면 수직축에 대한 동체의 회전이 적었고, KJI의 경우 톱스윙에서  $129 \pm 4.18$ 도로 다른 피험자에 비해 더 적은 회전, 및 어깨-동체간 각도로 더 작은 스윙이 이루어 졌다.

3) 톱스윙시 동체와 대퇴, 엘보각, 스탠스 넓이, 휠로스루시 엘보각

톱스윙시 동체와 대퇴의 각도는 평균  $167.20 \pm 19.80$ 도로서 피험자 OMW의 경우 평균  $186.80 \pm 2.16$ 도, LHJ의  $141 \pm 19.49$ , KJI의  $177 \pm 2.73$ , KJH의  $164 \pm 2.23$ 도 였고, OMW의 경우 수직축에 대해 -6도 정도가 더 신전된 자세를 취하였으나, LHJ은 전방으로 상당한 정도로 굴곡 상태, 이외 2명의 경우 거의 수직에 가까운 자세를 취하였다.

톱스윙시 엘보의 굴곡 각을 보면 전체 평균은  $126.85 \pm 21.96$ 도로서 거의 직선에 대해 55도 굴곡되어 있음을 알 수 있고, 굴곡정도는 OMW, LHJ, KJI, KJH의 순서로 나타났다.

어드레스시 양발의 넓이는 평균  $56.51 \pm 4.96$ 도로 피험자간 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

휠로스루시 엘보의 굴곡 각도를 보면 평균  $64.60 \pm 10.87$ 도를 보였고, 엘보각이 큰 반면 팔과 샤프트 각도가 적은 경우(OMW)와 엘보각이 적은 반면 샤프트 각도가 큰 경우(LHJ)의 유형을 보였고,, OMW은 수직축에 대한 동체 회전 정도가 LHJ보다 더 컸고, LHJ은 동체 회전은 적은 반면 엘보를 완전히 굴곡시켰다.

4) 휠로스루 말기 수직축에 대한 동체의 기울기

OMW, LHJ의 경우 각각 25.20cm, 28.40cm로서 상당한 기울기를 가진 결과 유연하고, 큰 휠로스루였으나, KJI의 10.80cm, KJH의 7 cm로 거의 유연성이 없이 수직축에 대해 회전운동으로 일관된 휠로스루를 했다.

## 5. 변인간의 상호관계

볼 비행 거리와 드라이빙과 관련된 변인간의 관계에서 근력 및 순발력 요인과는 다소 높은 상관관계, 톱스윙에서 엘보의 굴곡각( $r=-.92$ )거의 완전한 역상관, 휠로스루 말기 수직축에 대한 동체의 기울기( $r=.94$ )는 거의 직선적인 관계를 보인 바, 동체각, 팔의 각 및 시간변인, 체력변인이 볼의 비행거리에 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

## 참고문헌

- 류재청(1994). 골프 스윙 국면별 체중 이동 양상에 관한 연구. 한국체력의학회. 제 3권 1호.  
윤재백(1993). 골프 스윙의 운동역학적 분석. 경기대학교 대학원 박사학위논문  
황인성(1991). 골프 스윙의 운동역학적 분석. 한국 운동역학회. Vol.1  
Hay, J. G.(1985) Biomechanics of sports technique. Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, New Jersey.  
Williams, D.(1967) The dynamics of the golf swing. Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics 20(2) : 247-264  
Cochran, A., & Stobbs, J.(1968) The search for perfect swing, Heinemann Press.  
Jorgensen, T.(1970). On the dynamics of the swing of a golf club. American Journal of

골프스윙에서 볼의 비행거리에 미치는 요인분석(김철원 · 오만원 · 류재청)

Physics 38(5) : 644-651.

- Lampsa, M. A.(1975) Maximzing distance of the golf drive : an optimal control study. AMSE paper no.75.
- Nagao, N. and sawada, Y.(1977) A kimenatic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with wrist action, J. sport med., 17.
- Budney, D. R., & Bellow, D. G.(1982) On the swing mechanics of a matched set of golf clubs. Res. Quarterly for Exercise and sports 53(3) : 185-192.
- Vaughan, C. L.(1981). A three dimensional analysis of the forces and torque applied by golfer during the downswing. In A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior, & A. Wit(Eds), Biomechanics VII-B(pp.325-331). Baltimore : University Park Press.
- Milburn, P. D.(1982). Summation of segmental velocity in the golf swing. Medicine and science in sports and exercise 14(1) : 60-64.
- Neal, R. J. and Wilson, B. D.(1985). 3D Kinematics and kinetics of the golf swing, International Journal of sports Biomechanics. vol. 1. 221-232.
- Richards, J., Farrell, M., Kent, J. and Kraft, R.(1985). Weight transfer pattern during the golf swing, Res. Q. Exercise and sports, Vol. 56. No.4, PP.361-365.
- Williams, H. R., and Cavanagh, P. R.(1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implication for shoe design, Medicine and science in sport and exercise, vol. 15, no.3.